



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO REGIONAL
CURSO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

JOÃO CASSIMIRO NETO

QUALIDADE, COMPOSTOS BIOATIVOS E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DE
MANGABA (*Hancornia speciosa* GOMES) *IN NATURA* E DESIDRATADA

João Pessoa
2017

JOÃO CASSIMIRO NETO

QUALIDADE, COMPOSTOS BIOATIVOS E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DE
MANGABA (*Hancornia speciosa* Gomes) *IN NATURA* E DESIDRATADA

Trabalho de Conclusão de Curso desenvolvido e apresentado no âmbito do Curso de Graduação em Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal da Paraíba como requisito para obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos.

Orientadora: Prof.^a. Dr.^a. Fernanda Vanessa Gomes da Silva

Coorientadora: Prof.^a. Dr.^a. Carolina Lima C. de Albuquerque

João Pessoa

2017

C345q Cassimiro Neto, João.

Qualidade, compostos bioativos e capacidade antioxidante de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) in natura e desidratada. [recurso eletrônico] / João Cassimiro Neto. -- 2017.

87 p. : il. color. + CD.

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Orientador: Dra. Fernanda Vanessa Gomes da Silva.

Coorientador: Dra. Carolina Lima Cavalcanti de Albuquerque

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação - Tecnologia de Alimentos) – CTDR/UFPB.

1. Desidratação osmótica – Mangaba. 2. Frutas tropicais. 3. Bioativos. 4. Atividade antioxidante. I. Silva, Fernanda Vanessa Gomes da. II. Albuquerque, Carolina Lima Cavalcanti de. III. Título.

CDU: 634.6(043.2)

JOÃO CASSIMIRO NETO

QUALIDADE, COMPOSTOS BIOATIVOS E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DE
MANGABA (*Hancornia speciosa* Gomes) IN NATURA E DESIDRATADA

Trabalho de Conclusão de Curso desenvolvido e
apresentado no âmbito do Curso de Graduação
em Tecnologia de Alimentos da Universidade
Federal da Paraíba como requisito para obtenção
do título de Tecnólogo em Alimentos.

Orientadora: Prof.^a Dra. Fernanda Vanessa Gomes da Silva

Coorientadora: Prof.^a Dra. Carolina Lima Cavalcanti de Albuquerque

Aprovado pela Banca Examinadora em: 06 / 06 / 2017

BANCA EXAMINADORA

Fernanda Vanessa G. da Silva.

Prof.^a Dra. Fernanda Vanessa Gomes da Silva – CTDR/UFPB
Orientadora

Carolina L. C. de Albuquerque

Prof.^a Dra. Carolina Lima Cavalcanti de Albuquerque-CTDR/UFPB
Coorientadora

Cristiani Viegas B. Grisi

Prof.^a MSc. Cristiani Viegas Brandão Grisi – CTDR/UFPB
Examinadora

AGRADECIMENTOS

A conquista é o resultado do esforço mútuo. Então eu agradeço:

A Deus primeiramente, por direcionar meus caminhos nos momentos difíceis da minha vida.

À minha família, por sempre me apoiar e auxiliar nos momentos de necessidade.

Ao meu Pai (in memoriam) e a minha mãe, pelo exemplo de bondade, de amor, de dedicação e de vida. Por ter acreditado sempre na educação dos filhos.

Aos meus Irmãos Elicênia Márcia e Cristóvão, Pelo apoio nos momentos mais difíceis, por se fazerem presentes em minha vida mesmo com as diferenças.

Às minhas sobrinhas Maria Ester, Catarina Juliana e Lívia Cassimiro, pela paciência e por entender que o tio não podia brincar com elas.

Às minhas tias Isabel, Tereza e Ana, por sempre estarem presentes em minha vida e pela acolhida quando precisei.

Aos amigos pela ajuda nos momentos mais difíceis do curso.

Aos colegas de curso, pela amizade e pelos momentos vividos, serão inesquecíveis.

Aos colegas: Alessandra, kyscia, Adriana, Polyana, Milene, D'guia, Cássia, João Bosco, Gustavo, Franklin, Bruno, Jean, Wendell, Severino, Severlândio, Isaac, Eliakin, Djavan, Adriano, Neto "Sapé" e por todos os demais que no decorrer do curso buscaram outros rumos, agradeço a amizade, pelos momentos vividos, pelos debates "acalorados" e por fazer da 2012.2 umas das melhores senão a melhor turma do CTDR.

Em especial aos amigos João Bosco e Polyana. Pela amizade construída e pelos conhecimentos e experiências compartilhados.

À minha Orientadora de Estágio Claudiana Gouveia, por todos os ensinamentos, estes foram de grande valia no decorrer do curso e para minha formação profissional.

Aos Professores do CTDR e também aqueles que vieram de outros departamentos, que oportunizaram alicerçar o conhecimento maior.

As Professoras Fernanda Vanessa e Carolina Albuquerque, minhas Orientadoras, com quem tanto convivi todo esse período e as quais admiro, sou grato pelo suporte, pelas correções, debates e incentivos.

Ao Professor Ismael pelos ensinamentos e conselhos, agradeço de coração pelas oportunidades de trabalhar nos projetos de PIBIC e Monitoria, estes foram de suma importância na minha formação.

À Professora Ana Braga pela oportunidade de participar de seus projetos e pelos conselhos e ensinamentos durante o curso.

Aos técnicos de Laboratório; José Carlos, Aline Souza, Cláudia Gouveia e os demais, pela amizade, conselhos, dicas e apoio principalmente durante o Trabalho de Conclusão de Curso, sou eternamente grato a vocês.

À Professora Cristiane por ter aceitado o convite para participação da banca e pelos conselhos durante os estudos.

À EMEPA na pessoa do Pesquisador Ivaldo, pela doação dos frutos para execução deste trabalho e pelos conhecimentos compartilhados acerca das experiências com o fruto.

À UFPB e todo corpo docente do CTDR, pela oportunidade de obtenção título de tecnólogo de Alimentos.

Ao meu Pai, Antônio Cassimiro Lopes (*in memoria*)
DEDICO.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade, os compostos bioativos e a atividade antioxidante de frutos de mangaba *in natura* e desidratados osmoticamente seguidos de secagem convectiva. Os frutos foram obtidos na EMEPA-PB, a partir do BAG (Banco de Germoplasma da Mangaba) localizado ao sul da capital Paraibana, os frutos foram coletados de forma aleatória nos diversos genótipos da mangaba *Hancornia Speciosa* Gomes, após a coleta os frutos foram separados em dois experimentos, um para avaliação da mangaba *in natura* e outro destinado ao processo de desidratação osmótica. Em ambos os experimentos os frutos foram submetidos a análises físicas de massa *in natura*, comprimento e diâmetro; e físico-químicas de composição centesimal, pH, sólidos solúveis, acidez total titulável, relação SS/ATT, açúcares totais e redutores, ácido ascórbico, clorofila, carotenoides, flavonoides amarelos, compostos fenólicos e atividade antioxidante (AAT) pelo método DPPH. A curva de secagem foi determinada através da relação Umidade (g de água/ grama de matéria seca) x Tempo. Para análise estatística foi aplicado o Teste T Student ao nível de 5% de probabilidade. Em relação as dimensões dos frutos houve variação significativa de peso 11,78g e 4,15g, e tamanhos variando de 32,6mm e 24,50mm para mangaba *in natura* e desidratada, respectivamente. Os sólidos solúveis variaram amplamente entre si com 21,00% na mangaba *in natura* e 75,33% nos frutos desidratados. Os teores de acidez nos frutos desidratados ($2,40\text{g}\cdot 100^{-1}\text{g}$) superaram os frutos *in natura* ($1,32\text{g}\cdot 100^{-1}$ ácido cítrico). Houve elevação do teor de açúcares redutores nos frutos desidratados ($36,28\text{g}\cdot 100^{-1}$) e frutos *in natura* ($8,21\text{g}\cdot 100^{-1}$). Os frutos de mangaba *in natura* e desidratados se mostraram muito ricos em compostos bioativos tais como: clorofila, carotenoides, flavonoides e compostos fenólicos. Foi verificada correlação positiva entre os compostos bioativos e atividade antioxidante pelo método DPPH. Pode-se concluir que o fruto *in natura* tem excelentes potencialidades nutricionais e o processo de secagem precedido de desidratação osmótica, mostrou-se uma técnica viável para o aproveitamento e agregação de valor ao fruto.

Palavras Chave: Frutas tropicais, secagem, bioativos, atividade antioxidante.

ABSTRACT

The present work had as objective to evaluate the quality, the bioactive compounds and the antioxidant activity of fruits of mangaba in natura and dehydrated osmotically followed by convective drying. The fruits were obtained in the EMEPA-PB, from the BAG (Mangaba Germplasm Bank) located south of the Paraibana capital, the fruits were randomly collected in the various genotypes of the *Hancornia Speciosa* Gomes mangaba, after collection the fruits were separated in two experiments, one for the evaluation of mangaba in natura and another for the osmotic dehydration process. In both experiments the fruits were submitted to physical analyzes of fresh mass, length and diameter; And physical-chemical composition of centesimal, pH, soluble solids, total titratable acidity, SS / ATT ratio, total and reducing sugars, ascorbic acid, chlorophyll, carotenoids, yellow flavonoids, phenolic compounds and antioxidant activity (AAT) by DPPH method. The drying curve was determined through the relation Humidity (g of water / gram of dry matter) x Time. For statistical analysis, the Student T-test was applied at a 5% probability level. Regarding the fruit size, there was a significant variation of weight of 11.78g and 4.15g, fresh and dehydrated mangaba and sizes ranging from 32.6mm and 24.50mm, respectively. Soluble solids varied widely among them with 21.00% in the fresh mango and 75.33% in the dehydrated fruits. The acid content of dehydrated fruits (2.40g.100⁻¹g) exceeded the fruits in natura (1.32g.100⁻¹ citric acid). There was an increase in reducing sugars content in dehydrated fruits (36.28 g.100⁻¹). And fruits in natura (8.21g.100⁻¹). The mangaba fruits in natura and dehydrated have been very rich in bioactive compounds such as: chlorophyll, carotenoids, flavonoids and phenolic compounds. There was a positive and significant correlation between the bioactive compounds and antioxidant activity by the DPPH method, and strongly negative with vitamin C (-0.9753 **). It can be concluded that the in natura fruit has excellent nutritional potential and the drying process preceded by osmotic dehydration has proved to be a viable technique for the use and aggregation of value to the fruit.

Keywords: Tropical fruits, drying, bioactive, antioxidant activity.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Esquema ilustrativo da desidratação osmótica	31
Figura 2 – Umidade do Alimento durante o processo de secagem	38
Figura 3 – Fluxograma da elaboração da mangaba Hancornia Speciosa desidratada	42
Figura 4 – Modelo de corte feito na mangaba	43
Figura 5 – Variação Umidade (g H ₂ O / g Matéria Seca) durante a secagem por convecção a 65 °C, em função do tempo de secagem.....	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características físico-químicas da fruta mangaba de acordo com diferentes autores	16
Tabela 2 - Massa fresca (g) dos pedaços de frutos das mangabas <i>in natura</i> e pós secagem convectiva	52
Tabela 3 - Comprimento e Diâmetro (mm) dos pedaços de frutos das mangabas <i>in natura</i> e pós secagem submetido ao pré-tratamento osmótico	53
Tabela 4 - Composição Centesimal dos pedaços de frutos das mangabas <i>in natura</i> e pós secagem submetido ao pré-tratamento osmótico.....	57
Tabela 5 - Análises físico-químicas de pedaços de frutos da mangaba <i>in natura</i> e pós secagem convectiva submetido ao pré-tratamento osmótico.....	59
Tabela 6 - Compostos Bioativos e Atividade antioxidante de pedaços de frutos da mangaba <i>in natura</i> e pós secagem submetido ao pré-tratamento osmótico.....	64
Tabela 7 - Teste de Correlações de Pearson e Probabilidades entre Atributos em frutos de mangaba <i>in natura</i> e desidratados após pré-tratamento osmótico.....	72

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 OBJETIVOS	14
2.1 Objetivos geral	14
2.1.1 Objetivos específicos.....	14
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
3.1 Mangaba: Aspectos gerais.....	15
3.2 Atributos de Qualidade	17
3.2.2 Sólidos Solúveis Totais	18
3.2.3 Acidez Total Titulável (ATT) e pH.....	19
3.2.3.1 Relação SS/AT	20
3.2.4 Açúcares Solúveis totais (AST) e Redutores (AR)	20
3.3 Compostos Bioativos	21
3.3.1 Vitamina C	21
3.3.2 Clorofila.....	22
3.3.3 Carotenoides.....	23
3.3.4 Compostos Fenólicos e Flavonoides Amarelos.....	24
3.4 Atividade Antioxidante	25
3.5 Frutas secas ou desidratadas.....	27
3.5.1 Desidratação osmótica	29
3.5.2 Secagem.....	32
3.5.3 Teor de Umidade.....	35
3.5.4 Atividade de Água	36
3.5.5 Curva de secagem	37
3.5.6 Efeitos da secagem nos alimentos.....	39
4 METODOLOGIA.....	41
4.1.1 Obtenção da matéria prima	41
4.1.2 Preparo da matéria-prima	42
4.1.3 Avaliações Físicas.....	43
4.1.4 Preparação da Matéria Prima.....	44
4.1.5 Desidratação Osmótica	44
4.1.6 Cinética de Secagem.....	44
4.2 Avaliações Físico-Químicas.....	45
4.2.1 Composição Centesimal	46
4.2.2 Sólidos Solúveis, Acidez Titulável e Relação SS/AT	46

4.2.3 pH.....	46
4.2.4 Açúcares solúveis totais (g.100 ⁻¹ g polpa)	47
4.2.5 Açúcares redutores (g.100 ⁻¹ g polpa)	47
4.2.6 Atividade de água	47
4.3. Determinação dos compostos Bioativos.....	48
4.3.1 Ácido Ascórbico (mg.100 ⁻¹ g)	48
4.3.2 Clorofila (mg.100 ⁻¹ g)	48
4.3.3 Carotenoides (mg.100 ⁻¹ g)	48
4.3.4 Flavonoides amarelos (mg.100 ⁻¹ g)	49
4.3.5 Polifenóis Extraíveis Totais (PET)	49
4.4 Atividade Antioxidante (DPPH)	50
4.5 Análise Estatística	51
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	52
5.1 Características físicas.....	52
5.1.1 Massa Fresca, Comprimento e Diâmetro.....	52
5.2 Curva de Secagem da Mangaba	54
5.3 Avaliações Físico-químicas	56
5.3.1 Composição Centesimal	56
5.3.2 Açúcares Redutores (AR) e Açúcares Solúveis Totais (AST)	58
5.3.3 pH.....	59
5.3.4 Acidez Titulável	60
5.3.5 Sólidos Solúveis	61
5.3.6 Relação SS/ATT.....	62
5.3.7 Atividade de água	63
5.4 Compostos bioativos.....	64
5.4.1 Ácido Ascórbico.....	64
5.4.2 Clorofila.....	66
5.4.3 Carotenoides.....	67
5.4.4 Flavonoides Amarelos	68
5.5 Polifenóis Extraíveis Totais (PET)	69
5.6 Atividade Antioxidante (DPPH)	70
5.7 Correlação	71
6 CONCLUSÕES.....	73
7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	74
REFERENCIAS.....	75

1 INTRODUÇÃO

A mangabeira (*Hancornia Speciosa* Gomes) é uma árvore frutífera tropical que cresce e se desenvolve nas mais diversas regiões do Brasil. Segundo Macedo et al. (2003), a exploração desta espécie dá-se em geral de forma extrativista predatória.

A frutífera apresenta uma variabilidade apreciável em virtude dos diversos ambientes ocupados, podendo ser encontrada em regiões que abrange do Norte até a região sudeste do Brasil. Grande variabilidade tem sido observada na altura da planta, conformação da copa, época de floração e sobretudo, no tamanho dos frutos, provenientes de diferentes regiões; além disso, é enorme a variação quanto ao número de sementes (LEDERMAN et al., 2000).

Na Paraíba, encontra-se predominantemente na zona da mata paraibana, com maior frequência nas regiões compreendidas pelas mesorregiões de João Pessoa e dos litorais Norte e Sul (AGUIA FILHO et al., 1998). A mangaba, também chamada manguaba, tembiú e tembiucatu, em geral, apresenta no litoral do Nordeste, duas florações e frutificações durante o ano. O que caracteriza duas safras: uma de verão, que vai de dezembro a abril; e outra de inverno, que vai de maio ao início de julho. Pequenas variações podem ocorrer dependendo da região (TURINI, 2017).

Os frutos da mangabeira são destinados em sua totalidade para o consumo *in natura* e para processamentos na forma de suco, polpas, sorvetes e doces, devido a sua importante carga nutritiva e a fácil digestibilidade. A mangaba é um fruto climatérico, ou seja, continua sua maturação após a colheita, isto o torna altamente perecível. Segundo MAIA et al. (1998) a perda de parte da produção durante a safra, se dá em razão do excesso de maturação e pela ausência de infraestrutura para conservação adequada. Dessa forma, a utilização por períodos de tempo mais longos poderá ser conseguida através de produtos desidratados, reduzindo-se o teor de umidade para níveis que impeçam o desenvolvimento microbiano, evitando com isto a deterioração do produto.

As técnicas de secagem mais utilizadas na preservação de frutas são a secagem solar, secagem convectiva, micro-onda, desidratação osmótica, “*foam-mat*”, “*sprayng-drying*”, liofilização e leiteo fluidizado (MARQUES et al., 2006; MARQUES, 2008). Um método que vem sendo bastante empregado na conservação de frutas e hortaliças é a desidratação osmótica.

De acordo com Lima (2015), a desidratação osmótica funciona como um pré-tratamento a outros processos como, por exemplo, a secagem, objetivando aprimorar a qualidade sensorial, nutritiva e funcional da fruta, resultando em melhor aceitabilidade por parte dos consumidores. Os produtos obtidos através destas técnicas apresentam diversas características e atributos que atenderá desde aos que buscam uma tecnologia de baixo custo até os que visam uma elevada qualidade. A existência de produtos desidratados favorece o desenvolvimento de técnicas capazes de garantir sua conservação em longo prazo (SOARES, 2012).

De acordo com Alves (2006) citado por Lima (2016), as frutas são fontes muito boas de energia, carboidratos, vitaminas, minerais e produtos com propriedades bioativas, além de proporcionarem variedade e sabor à dieta, constituindo parte importante desta. Estes alimentos contêm diferentes fitoquímicos, muitos dos quais, possuem propriedade antioxidante que pode estar relacionada com o retardo do envelhecimento e a prevenção de certas doenças (LIMA et al., 2002).

Os antioxidantes dos frutos, entre os quais se incluem ácido ascórbico, carotenoides e compostos fenólicos, variam amplamente em seus conteúdos, em consequência disto a capacidade antioxidante pode diferir entre os frutos das diferentes cultivares da mangaba. Este fator de variação, quantitativos e qualitativos, está ligado a funções intrínsecas (cultivar, variedade, estágio de maturação) e extrínsecos (condições climáticas e edáficas) que se apresentam dependentes da estrutura química e da concentração destes fitoquímicos no alimento (MELO et al., 2008; Vidal, 2010).

Na literatura já é possível encontrar trabalhos referentes à conservação de produtos oriundos da mangaba, como a polpa aplicando o processo de liofilização (SANTOS et al. 2012); assim como, da fruta utilizando refrigeração e atmosfera modificada (CARNELOSSI et al. 2004; SANTOS et al. 2009); aplicação de reguladores de etileno (CAMPOS et al. 2011); secagem por ultrassom (Lima, 2015); porém não foram encontradas bibliografias relacionadas à secagem convectiva da fruta associada ao uso da desidratação osmótica como pré-tratamento ao método de secagem da mangaba e os efeitos sobre as características físico-químicas, compostos bioativos e atividade antioxidante da mangaba. Justificando desta forma a importância da pesquisa

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivos geral

- Avaliar a qualidade, compostos bioativos e capacidade antioxidante de mangaba *in natura* e desidratadas osmoticamente seguidos de secagem convectiva.

2.1.1 Objetivos específicos

- Determinar as características físicas e físico-químicas de frutos de mangabeira *in natura* e desidratadas;
- Determinar a curva de secagem dos frutos da mangaba;
- Identificar a presença de compostos bioativos em frutos de mangabeira *in natura* e desidratadas;
- Avaliar a capacidade antioxidante de frutos de mangabeira *in natura* e desidratadas.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Mangaba: Aspectos gerais

Popularmente conhecida como mangaíba, mangabiba e fruta-de-doente, a mangabeira é um arbusto com 2 a 6 metros de altura por 4 a 6 metros de diâmetro de copa irregular (AVIDOS e FERREIRA, 2010). É uma frutífera pertencente à classe *Dicotyledoneae*, ordem *Gentianales*, família *Apocynaceae*, gênero *Hancornia* e à espécie *Hancornia speciosa* (CRONQUIST, 1988; LIMA, 2014;).

A mangabeira é nativa de várias regiões do Brasil estendendo-se pela Costa Atlântica desde o Amapá e o Pará, nos tabuleiros costeiros e nas baixadas litorâneas do Nordeste, até o Espírito Santo, por toda a região de Cerrado do Brasil Central até o Pantanal, ocorrendo também em países vizinhos como Paraguai, Bolívia, Peru e Venezuela (LEDERMAN et al., 2000). Ocorre em regiões de vegetação aberta, como cerrados, tabuleiros arenosos, chapadas e caatingas (VIEIRA NETO, 2001). Sua ocorrência natural favorece a preservação e valorização de áreas não utilizáveis para agricultura.

Segundo TODAFRUTA (2015) o fruto do tipo baga, possui forma elipsoide ou arredondada, com tamanho variável de 2,5 a 6 cm, com peso variável de 3 a 104 g e cor externa da casca amarela, esverdeada ou com manchas ou estrias de cor avermelhada. Souza et al. (2007) avaliando frutos de seis diferentes clones de mangabeira instalados em João Pessoa (PB), relataram que os frutos apresentavam em média 25,74 g de massa total, comprimento 3,83 cm, diâmetro 3,47 cm e rendimento da porção comestível (casca e polpa) de 85%. Classificado como climatério, o fruto da mangabeira pode amadurecer tanto na planta quanto após a colheita. Este aspecto proporciona a mangaba um elevado índice de perecibilidade, o que provoca a redução da vida útil do produto (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

A mangaba apresenta em média 60 kcal/100 g de polpa; 0,69% de lipídios; 1,31% de proteína e 13,94% de carboidratos (EMBRAPA, 2006). Conforme TODAFRUTA (2015), apresenta uma média de composição de 77% de polpa, 12% de semente e 11% de casca, podendo ir até a 80% de polpa em alguns tipos, 9 a 14% de carboidratos e 49 a 60 unidades de calorias. Silva et al. (2008) relataram 3,40% como conteúdo de fibras totais, 35 mg.100g⁻¹ como conteúdo de cálcio, 0,78 e 0,88

(mg.100g⁻¹), como teor de zinco e ferro, respectivamente, em mangabas do Cerrado Goiano.

Na tabela 1 estão representadas as características físico-químicas da fruta mangaba de acordo com diferentes autores.

Tabela 1 Características físico-químicas da fruta mangaba de acordo com diferentes autores.

Constituintes (%)	SILVA et al. (2008)	ASSUMPÇÃO et al. (2014)	CARDOSO et al. (2014)	LIMA et al. (2015a)
Umidade	82,4 ± 0,1	83,3 ± 0,2	83,0 ± 1,4	82,5 ± 0,2
Proteínas	1,2 ± 0,4	0,86 ± 0,03	0,8 ± 0,1	1,20 ± 0,06
Carboidratos	10,0 ± 0,2	8,61 ± 0,01	2,3 ± 0,2	11,6 ± 0,3
Lipídios	2,4 ± 0,1	2,3 ± 0,1	1,7 ± 0,1	2,29 ± 0,05
Cinzas	0,58 ± 0,02	0,43 ± 0,01	0,6 ± 0,1	-
Fibras	3,4 ± 0,2	4,50 ± 0,01	11,6 ± 0,8*	-

*Fibra alimentar total – Fonte: MAIA, (2016)

As frutas originadas da caatinga possuem altos teores de vitamina C. Estudando frutos semi-maduros e maduros de mangaba provenientes de Sergipe, Carnelossi et al. (2004) observaram 252,7 e 274,7 mg de vitamina C. 100g⁻¹, respectivamente. Almeida et al. (2011) e Rufino et al. (2010), estudando frutos nativos do cerrado brasileiro, relatam que além da alta concentração de vitamina C (190mg/100g), a mangaba também possui quantidades consideráveis de compostos fenólicos (169mg/100g) que possuem atividade antioxidante. Compostos como vitamina C, carotenoides, flavonoides (antocianinas) conferem boa qualidade aos frutos e possuem importantes funções e ações para a saúde humana, principalmente por atuarem como antioxidantes e sequestrantes de radicais livre, capazes de ajudar a reduzir o risco de enfermidade como o câncer e doenças cardiovasculares (AGUIAR, 2001; LIMA, 2016).

A grande maioria da produção de mangaba provém do extrativismo, sendo comercializada *in natura*. Soares et al. (2012), relata que o fruto apresenta ótimo aroma e sabor, sendo utilizados principalmente na produção de doces, polpas, compotas, sorvetes e sucos, sua utilização industrial está cada vez mais sendo difundida, devido a sua grande aceitação. O fruto é utilizado para produção de geleia, por apresentar excelente acidez, e para fabricação de sorvete, devido ao seu alto

conteúdo de gomas, conferindo-lhes propriedades funcionais de agregação, retenção de sabor e inibição na formação de cristais (SOUZA, 2004).

3.2 Atributos de Qualidade

Conforme Lima (2011), a qualidade pós-colheita dos frutos está relacionada com minimização da taxa de deterioração, ou seja, a manutenção da firmeza, cor, aparência e textura visando mantê-los atraentes ao consumidor. A qualidade de frutos e hortaliças corresponde ao conjunto de atributos ou propriedades que tornam apreciados como alimentos (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

De forma geral, a qualidade pode ser definida pelas condições de diversos parâmetros internos e externos apresentados pelos produtos. Segundo Lima (2016), são considerados atributos de qualidade para frutas e hortaliças os seguintes: *Sensoriais* (aparência, textura e “flavor” – sabor e aroma), onde compõe o tamanho com suas dimensões, peso e volume, *a forma do fruto*, cor, brilho, defeitos, firmeza, dureza e maciez, a doçura, acidez aroma e sabores; *Rendimento*, a relação entre a casca, polpa e caroço, volume de suco, índice tecnológico (sólidos solúveis); *Valor nutritivo*, com seus componentes como, carboidratos, proteínas, lipídeos, vitaminas, minerais e *Segurança*, onde relaciona as substâncias tóxicas, contaminantes, microtoxinas e micro-organismos patogênicos. O conhecimento da qualidade de frutos e hortaliças é de grande importância para que se tenham subsídios técnicos que visem à ampliação do tempo de armazenagem sem que ocorram alterações nas características físicas, organolépticas e nutricionais (VIDAL, 2007).

Segundo Chitarra e Chitarra, (2005) os atributos de qualidade devem ser atribuídos em conjunto, pois são pouco representativos de qualidade como um todo, se considerados isoladamente. Desta forma, as características físicas, físico químicas e químicas dos frutos são essenciais para boa aceitação por parte dos consumidores, bem como, para a inserção em mercados mais exigentes e promissores, principalmente se tratando de fruteiras nativas que ainda requerem mais estudos sobre o seu potencial (ALMEIDA, 2009).

O peso e o tamanho da mangaba são atributos de grande relevância, pois influencia na escolha do consumidor. O peso de um fruto está relacionado com o seu grau de desenvolvimento e/ou amadurecimento, porém, quando se encontra em

estádio avançado de maturação, o fruto tende a perder massa fresca em decorrência do maior teor de umidade e de maior permeabilidade da casca (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Souza et al. (2007), avaliando a qualidade pós-colheita de diferentes clones de mangabeira no estado da Paraíba, encontraram média de 25,74 g de massa total e tamanho médio de 38,27mm. Perfeito et al. (2015), Caracterizando frutos de mangaba oriundos do cerrado brasileiro relataram valores médios de peso e tamanho de 28,71g e 38,78 mm, respectivamente.

3.2.2 Sólidos Solúveis Totais

O teor de sólidos solúveis totais é um importante parâmetro, pois indicam a quantidade de sólidos que se encontram dissolvidos nos frutos. A sua medida representa de forma indireta o teor de açúcares presentes, visto que além deste podem ser encontrados outras substâncias no suco e na polpa dos frutos. De acordo com Chitarra e Chitarra (2005) além dos açúcares, encontram-se dissolvidas na seiva vacuolar vitaminas, fenólicos, pectinas e ácidos orgânicos, no entanto, entre essas, os açúcares são as mais representativas, chegando a constituir até 85-90% dos SST.

Quanto mais sólidos solúveis presentes no suco, mais doce será o fruto. Desta forma, o teor de sólidos solúveis nos frutos é de grande relevância para o consumo *in natura* ou processamento industrial. Segundo Natale et al. (1995), elevados teores desses constituintes na matéria-prima implicam menor adição de açúcares, menor tempo de evaporação da água, menor gasto de energia e maior rendimento do produto, resultando em maior economia no processamento. Os sólidos solúveis totais são comumente designados como °Brix e tendem a aumentar com a maturação. São constituídos principalmente por açúcares variando com a espécie, estágio de maturação e o clima (CHITARRA; CHITARRA 2005; VIDAL 2010).

Souza et al. (2007) obtiveram valor médio de 17,23°Brix em frutos de mangabeira oriundos do Jardim da Clonal da EMEPA, João Pessoa, PB, tendo como destaque o clone NIF 6 com o maior valor de 19,3°Brix e o clone IPJ 4 com o menor valor de 16°Brix.

3.2.3 Acidez Total Titulável (ATT) e pH

Os dois principais métodos usados para medir a acidez de frutos e hortaliças são a percentagem de ácidos orgânicos, determinado através da acidez total titulável (ATT) e a concentração de íon hidrogênio através do pH.

Vidal (2010) afirma que os ácidos orgânicos são produtos intermediários das vias metabólicas e estão diretamente envolvidos no crescimento, maturação, amadurecimento e senescência dos frutos. A acidez dos frutos deve-se, principalmente, aos ácidos, cítrico, málico e tartárico, os teores desses ácidos tendem a diminuir durante o amadurecimento em decorrência do processo respiratório ou da conversão em açúcares nos frutos. Estas reações também são fundamentais para a síntese de compostos fenólicos, lipídios e compostos voláteis (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

O pH tem a função de indicar a quantidade ácida, a alcalinidade e a neutralidade das substâncias em um meio aquoso. De acordo com Vidal (2010), é um fator de grande influência na qualidade e segurança dos alimentos. O pH dos alimentos, baseado no pH mínimo para multiplicação e produção de toxina de *Clostridium botulinum* (4,5) e no pH mínimo para proliferação da maioria das bactérias (4,0) pode ser subdividido em alimentos de baixa acidez, cujo pH situa-se acima de 4,5; alimentos ácidos, pH entre 4,0 e 4,5 e os alimentos muito ácidos, os quais apresentam pH inferior a 4,0 (FRANCO e LANDGRAF, 1996; VIDAL, 2010). Este ainda, influencia no crescimento, sobrevivência e destruição dos micro-organismos presentes em frutas e hortaliças.

Para propósitos de indicar o parâmetro do sabor ácido ou azedo, a acidez total titulável é o método mais viável, enquanto que para propósitos de determinar a qualidade dos produtos processados, o pH é o método mais útil (BEZERRA, 2003).

Souza (2007) trabalhando com 10 clones de mangabeiras proveniente do Jardim da Clonal da EMEPA, João Pessoa, PB, encontrou para acidez o maior valor de 2,07% no clone IPJ 4 e menor valor de 1,52% no clone NIF 6 tendo valor médio de 1,77% de ácido cítrico. Rufino (2008) observou 0,72% de ácido cítrico trabalhando com frutos de mangabeiras do município Ipiranga, Piauí. Estes mesmos autores encontraram valores de pH entre 3,17 e 3,22 respectivamente.

3.2.3.1 Relação SS/AT

A relação sólidos solúveis/acidez total é o indicador mais utilizado na avaliação do sabor de frutos. Almeida (2009) afirma que esta relação indica o grau de doçura de um determinado material, sendo também parâmetro para avaliação do estágio de maturação do fruto. Esta relação é mais representativa para avaliar o sabor do que a medida isolada de açúcares ou de acidez dando equilíbrio entre esses dois componentes e especificando o teor mínimo de sólidos e o máximo de acidez para se ter uma melhor ideia do real sabor (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Para o mercado de fruto *in natura* e/ou processado, os frutos com maior relação SST/ATT são mais desejáveis.

Souza et al. (2007) avaliando frutos de 10 clones de mangabeiras provenientes do Jardim Clonal da EMEPA, João Pessoa, PB, tiveram valores variando de 7,75 até e 12,69. Rufino (2008) trabalhando com frutos oriundos do município Ipiranga, PI, obteve valor médio bem superior de 35,51.

3.2.4 Açúcares Solúveis totais (AST) e Redutores (AR)

Os açúcares pertencem a um grupo de extrema importância no que se refere à qualidade de um produto vegetal (RUFINO, 2004; FONTENELE, 2010).

De forma geral, os frutos acumulam amido e açúcares solúveis como forma de reserva durante o seu desenvolvimento. Os principais açúcares solúveis presentes em frutos são a glicose, a frutose e a sacarose. Almeida (2009) relata que o dissacarídeo sacarose é o principal açúcar não-redutor enquanto glicose e frutose constituem os principais açúcares redutores, havendo, na maioria dos frutos, predomínio do primeiro.

Segundo Seymour et al. (1993) citado por Fontenele (2007), os açúcares juntamente com os ácidos orgânicos, formam a maior contribuição no sabor do fruto e podem ser usados como substrato na respiração. Durante a maturação das frutas, uma das principais modificações em suas características é o acúmulo de açúcares. Devido ao processo respiratório, no qual os carboidratos são oxidados para a produção de energia, a concentração desses compostos muda progressivamente nas células, com isso a determinação da concentração dos açúcares totais e redutores

(glicose e frutose), são parâmetros utilizados para avaliar e monitorar a qualidade de produtos hortícolas (CHITARRA; CHITARRA, 2005)

Souza et al. (2007) e Rufino (2008) avaliando frutos de mangabeiras, obtiveram amplitude de variação no teor de açúcares solúveis totais (AST) de 16,08% e 13,55%, respectivamente.

3.3 Compostos Bioativos

As frutas e hortaliças apresentam substâncias com atividade biológica, ditas funcionais, estas substâncias possuem componentes que conferem benefícios para a saúde seja através da prevenção ou do combate às doenças. De acordo com Rodrigues (2013) os compostos bioativos são metabólitos secundários presentes amplamente no reino vegetal, sendo considerados como ingredientes não nutricionais, mas vitais para a manutenção da saúde humana. Dentre esses compostos, aqueles com ação antioxidante, como as vitaminas e os compostos fenólicos, têm atraído grande interesse por seus efeitos comprovados na proteção contra o estresse oxidativo (MALTA et al., 2012).

Estas substâncias presentes nos alimentos podem agir de diferentes formas. Os compostos bioativos compreendem inúmeras substâncias químicas com as mais variadas estruturas, dentre elas podemos citar os carotenoides, ácidos fenólicos, flavonoides e o ácido ascórbico (BRAGA et al., 2010).

3.3.1 Vitamina C

A vitamina C é uma substância hidrossolúvel não sintetizada pelo organismo humano, nutriente essencial para várias reações metabólicas. É abundantemente encontrada em frutas e hortaliças como forma reduzida do ácido ascórbico, sendo o ácido L-ascórbico a sua forma principal e bioativa. A vitamina C desempenha importantes funções como formação de tecido conjuntivo, síntese de colágeno e adrenalina, produção de hormônios e anticorpos, formação de ácidos biliares e biossíntese de aminoácidos. Além disso, é um excelente antioxidante e atua nas reações redox como transportador de elétrons para a cadeia respiratória, regenerando

diferentes substratos, de sua forma oxidada para a forma reduzida (CHITARRA e CHITARRA, 2005)

A vitamina C é uma das vitaminas mais sensíveis contidas nos alimentos, além de ser destruída para oxidação lipídica, também tem uma alta perda nutricional pelo calor empregado durante o processo de secagem (CELESTINO, 2010).

O teor desta vitamina nas frutas pode variar significativamente conforme as espécies, condições de plantio, tipo e frequência de irrigação, utilização de defensivos agrícolas, estágio de maturação, manuseio pós-colheita e condições de estocagem e processamento (CARDOSO et al., 2011). O conteúdo e a estabilidade do ácido ascórbico nas frutas podem ser utilizados como indicativo da qualidade nutricional e do estado de conservação desses alimentos (VALENTE et al., 2011; ALVES, 2013).

Na mangaba a vitamina C tem se destacado, diversos autores relatam que a concentração desta substância varia com faixas bastante elevadas. Vidal (2010), avaliando genótipo de mangabeiras nativas do litoral cearense, obteve valores variando de 133,07 mg/100g a 269,66 mg/100g. Pinto (2011), obteve valores médios de 174,9 a 181,3 mg/100g de vitamina C em mangaba submetidas à refrigeração e atmosfera modificada.

3.3.2 Clorofila

A cor é um dos atributos mais importantes dos alimentos, ela constitui um fator de qualidade já que influencia os consumidores no processo de seleção dos frutos. A clorofila é o pigmento responsável pela cor verde de plantas. Para Von Elbe (2000) são os pigmentos naturais mais abundantes presentes nas plantas e ocorrem nos cloroplastos das folhas e outros tecidos vegetais. Absorvedores de luz, as clorofilas são responsáveis pela fotossíntese, processo de conversão de energia luminosa em energia química. Atualmente os pigmentos clorofilianos são de grande importância comercial, podendo ser utilizados tanto como pigmentos quanto como antioxidantes (STREIT et al., 2005).

De acordo com Lima (2016) durante a maturação, os cromoplastos e suas membranas tilacóides desintegram-se, ocorrendo uma rápida degradação da clorofila, com perda da coloração verde dos tecidos. Um complexo enzimático formado pelas enzimas oxidativas clorofila oxigenase, lipoxigenase e peroxidase, tem sido implicado

na degradação da clorofila. Também pode ocorrer degradação por modificações do pH (liberação de ácidos orgânicos dos vacúolos), o pH básico (9,0) torna a clorofila mais estável ao calor, quando comparada ao pH ácido (3,0), e por sistemas oxidativos com perda do grupo fitol ou Mg^{++} , formando compostos com coloração variada ou incolores (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

3.3.3 Carotenoides

Pigmentos naturais presentes nas plantas estão associados a assimilação de energia luminosa e a fotoproteção. De acordo com Lima (2016), os carotenoides são compostos terpênicos de cores amarela, laranja e vermelha, que atuam como pigmentos acessórios na fotossíntese. Estes compostos não podem ser sintetizados por seres humanos ou animais, são obtidos através da ingestão de alimentos ou de suplementos alimentares ricos nestas substâncias. Os carotenoides podem ser encontrados naturalmente nos cromoplastos e também nos cloroplastos associados com a clorofila em frutos e hortaliças. São classificados em dois grupos, os carotenos e as xantofilas. Os carotenos são carotenoides compostos apenas por carbono e hidrogênio, já as xantofilas apresentam grupos substituintes com oxigênio. β -caroteno, α -caroteno e licopeno são importantes membros do grupo dos carotenos, enquanto luteína, zeaxantina e α e β -criptoxantina, pertencem ao grupo das xantofilas (STAHL e SIES, 2005; OLIVEIRA, 2015). Sua estrutura química é composta por ligações duplas conjugadas, que são responsáveis por sua cor e por algumas de suas funções biológicas (STAHL e SIES, 1999; VIDAL 2010).

Os carotenoides também apresentam propriedades antioxidantes. Almeida (2009) afirma que alguns carotenoides são precursores da vitamina A e dentre os mais encontrados na natureza estão o α -caroteno, o β -caroteno, γ -caroteno e a criptoxantina. Em fases lipídicas, o betacaroteno, o licopeno, a zeaxantina e a luteína, exercem funções antioxidantes, atuando como neutralizadores de radicais livres e de outras espécies reativas de oxigênio, como o oxigênio singlete. A ação antioxidante do betacaroteno contra a peroxidação lipídica é acompanhada pela degradação e perda de coloração do pigmento, pelo fato da intensidade de coloração dos carotenos estarem associadas com o número de duplas ligações que apresentam em sua estrutura poliênica (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Na literatura ainda são poucos os trabalhos encontrados sobre o teor de carotenoides em frutos de mangabeiras, daí a necessidade de estudos acerca destes componentes na mangaba *in natura* e após o processo de secagem. Vidal (2010), avaliando genótipos de mangabeiras nativos do litoral cearense obteve valores que variaram de 0,18 a 0,74 mg/100g de frutos.

3.3.4 Polifenóis Extraíveis Totais (PET) e Flavonoides Amarelos

Os compostos fenólicos são substâncias químicas caracterizadas pela presença de um anel aromático com um ou mais substituintes hidroxílicos, incluindo seus grupos funcionais. De acordo com Silva (2013), estes compostos têm sido muito estudados devido a sua influência na qualidade dos alimentos, como também devido aos possíveis benefícios à saúde humana. Os ácidos cinâmicos e seus derivados são as principais substâncias fenólicas, destacando-se o ácido clorogênico, as flavanas, as antocianinas e antocianidinas, os flavois, os polifenóis condensados e outros mais comuns como as flavonas, flavononas e isoflavonas (ALMEIDA, 2009).

Considerados produtos do metabolismo secundário das plantas, os fenólicos compreendem uma ampla gama de substâncias. Ângelo e Jorge (2007) cita que a diversidade estrutural dos compostos fenólicos deve-se à grande variedade de combinações que acontece na natureza. Para Lima (2016) os numerosos isômeros e outros compostos ocorrem em decorrência da adição de grupos OH e com a mudança de sua posição no anel, bem como pela substituição das OH e adição de grupos metila (CH₃). Essa variação estrutural contribui para as diversas funções atribuídas.

Os fenólicos são potentes oxidantes, estudos científicos mostram o potencial antioxidante das substâncias fenólicas atuando como redutoras de oxigênio singlete, na inibição das reações de oxidação lipídica e na quelação de metais. A alta reatividade destes compostos acontece graças a facilidade com que formam pontes de hidrogênio com outras moléculas, principalmente com proteínas (LIMA, 2016).

Nas plantas, os compostos fenólicos, exerce função importante no crescimento e reprodução. Segundo Rocha et al. (2011), nos alimentos, estes compostos podem influenciar o valor nutricional e a qualidade sensorial, conferindo atributos como cor, textura, amargor e adstringência.

Dentre os fenólicos, os flavonoides são considerados os mais comuns antioxidantes de fonte natural. Ângelo e Jorge (2007), afirmam que os fenólicos são formados por compostos de baixo peso molecular e podem ser encontrados em diversas partes da planta na forma de glicosídeos ou agliconas. Caracterizam-se pelos pigmentos de cores brancas e amarelo claro em vegetais. Além de atuarem na co-pigmentação das antocianinas (BOBBIO e BOBBIO, 1995).

Segundo Ângelo e Jorge (2007), a estrutura química dos flavonoides consiste em dois anéis aromáticos, unidos por três carbonos que formam um anel heterocíclico. Os flavonoides têm estrutura química fenilpropanóide e a grande diversidade de posição dos grupamentos químicos (OH, CH₃ e outros) é responsável pelo grande número de compostos (antocianinas, flavonas, catequinas, flavonóis, flavonas, diidroxiflavonas, proantocianinas e flava-3-4 dióis), que apresentam ou não coloração característica (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Vidal (2010), estudando fruto de genótipo de mangabeira proveniente do litoral cearense, obteve valores para polifenóis extraíveis totais com variação ampla entre 161,45 a 366,83 mg/100g, com valor médio de 220,06mg/100g. No mesmo o autor observou ampla variação de 31,74 a 7,08mg/100g de flavonoides amarelos entre os genótipos com média de 17,77mg/100g.

3.4 Atividade Antioxidante

Os radicais livres podem ser classificados como átomos ou moléculas que apresentam números ímpares de elétrons na última camada eletrônica. Esta configuração faz dos radicais livres moléculas altamente instáveis e quimicamente reativas (PINTO, 2011). Estes compostos são gerados no citoplasma, nas mitocôndrias ou nas membranas, durante a atividade metabólica normal do organismo humano.

Em condições normais, os radicais livres são importantes para o funcionamento do organismo, agindo na defesa contra infecções. Segundo David e David (2006), essas moléculas geradas *in vivo* estão envolvidas na produção de energia, fagocitose, regulação do crescimento celular, sinalização intercelular e síntese de substâncias biológicas importantes. Porém quando em excesso estes compostos são capazes de oxidar moléculas causando a destruição das células do organismo. Os radicais livres

reagem com DNA, RNA, proteínas e outras substâncias oxidáveis, promovendo danos que podem contribuir para o envelhecimento e a instalação de doenças degenerativas (MELO et al., 2006).

Dentre os principais radicais livres encontrados, o radical hidroxila (OH) é o mais reativo. De acordo com Rufino (2008) a reatividade de um radical livre pode ser estimada a partir da energia de dissociação necessária para sequestrar um átomo de hidrogênio da cadeia carbonada. As reações em cadeia dos radicais livres são então iniciadas pela remoção do H° de outras moléculas, como por exemplo, durante a peroxidação lipídica (VANNUCCHI; JORDÃO JUNIOR, 2005).

O excesso de radicais livres no organismo é combatido por antioxidantes (BERNARDES et al., 2010). Em ação, estes compostos interagem com os radicais livres impedindo a ligação com outras moléculas e evitando a reação em cadeia. Do ponto de vista químico, os antioxidantes contêm ao menos uma hidroxila ligada a um anel aromático. Essas substâncias agem biologicamente protegendo sistemas biológicos contra os efeitos deletérios dos processos ou das reações que levam a oxidação de macromoléculas ou estrutura celulares (VANNUCHI; JORDÃO JUNIOR, 2005)

Como já citado neste trabalho, os principais agentes antioxidantes encontrados largamente em frutas e hortaliças compreendem os grupos das vitaminas, compostos fenólicos e os carotenoides. Diversos estudos comprovam a eficácia destes compostos na desativação de radicais livres.

Dentre os diversos métodos dispostos na literatura para avaliação do grau de oxidação e atividade antioxidante, destaca-se o método de sequestro de radicais livres, tal como 2,2-difenil-1-picril-hidrazila (DPPH). Pinto (2011) afirma que o método está baseado no descoramento de uma solução composta por radicais DPPH de cor violeta, quando da adição de substâncias que podem ceder um átomo de hidrogênio. Desta forma, o método de sequestro de radicais livres por DPPH baseia-se na transferência de elétrons de um composto antioxidante para um oxidante (BRAND-WILLIAMS et al. 1995). Queiroz (2006) conclui que o grau de descoramento indica a eficiência da captura do radical pelo antioxidante presente na amostra.

De acordo com Vidal (2010), a atividade do antiradical expressa em EC50 é definida como a quantidade de antioxidante necessário para reduzir 50% da concentração do DPPH inicial. Algumas modificações nesse método são necessárias no sentido de adaptá-lo as frutas, devido ao mecanismo da reação entre o antioxidante

e o DPPH dependendo da conformação estrutural de cada antioxidante avaliado (ALVES et al. 2006).

Vidal (2010) estudando mangabeiras oriundas do litoral Cearense obteve variação entre os genótipos de 3.256,41 a 11.004,61g/100g de DPPH. Rufino (2008) avaliando frutos de mangabeiras provenientes de Ipiranga, PI encontrou valores médios de 3.385g /g de DPPH.

3.5 Frutas secas ou desidratadas

A desidratação de frutas permite aumentar o tempo de conservação e as possibilidades de comercialização sem riscos elevados de prejuízos pela decomposição biológicas. Silva (2010), relata que o desperdício de frutas além de uma dura realidade é também, uma prática bastante comum nas feiras livres e supermercados sendo responsável por consideráveis prejuízos ao longo de toda cadeia produtiva. No Brasil, dependendo do produto o índice pode atingir cerca de 50%, isto é; entre o sistema produtivo e a mesa do consumidor (SILVA, 2015).

A produção de fruta seca ou “passa” pode ser uma ótima alternativa para evitar o desperdício, visto ser uma técnica simples para conservação de alimento, com um custo de implantação bem abaixo em relação a outras técnicas. O processo de desidratação tem sido realizado com sucesso em diversos tipos de frutas, desde as populares como manga (FREITAS, 2009); maçã (SANTOS, 2013), abacaxi e ameixa, assim como em frutas menos conhecidas como damasco e jabuticabas (NUNES et al. 2014).

A fruta seca é o produto obtido por processos tecnológicos que retiram parcialmente a água da fruta madura, inteira ou em pedaços. A designação do produto se dá pelo nome da fruta que lhe deu origem, seguida da palavra "seca". A palavra "passa" pode também ser usada em lugar de "seca", como a "uva passa", por exemplo. As frutas secas ou passa se caracterizam por serem preparadas com frutas sãs, maduras e limpas (BRASIL, DE 1978).

Essa mesma resolução define, que os frutos destinados a produção de fruta passa não deve conter substâncias estranhas à sua composição normal, exceto as previstas na resolução, nem matéria terrosa, parasitos e detritos animais e vegetais. De acordo com as exigências da técnica de fabricação, é admitida a imersão das frutas

em solução hidróxido de sódio, cloreto de sódio, ou carbonato de sódio. As frutas secas, ou dessecadas/desidratadas, não podem apresentar fermentações. A aparência é de frutas inteiras, ou em pedaços, não esmagadas, de consistência, cor e cheiros próprios.

Conforme Insumos (2010), além do objetivo mais evidente, que é a preservação dos alimentos pela redução da umidade, a desidratação torna possível limitar ou evitar o crescimento de microrganismos ou outras reações de ordem química. De acordo com a RESOLUÇÃO - CNNPA Nº. 12, DE 1978, as frutas secas ou dessecadas devem conter um máximo de 25% p/p de umidade, e suas características microbiológicas devem obedecer ao padrão máximo de coliformes totais de 2×10^2 /g, bem como ausência de coliformes fecais em até 1 g e ausência de *Salmonella* para cada 25 g do de produto final.

O nordeste brasileiro apresenta grande viabilidade para produção de frutas secas. Sob o ponto de vista técnico e econômico, Aquino (2013) relata que a abundante oferta de matéria prima a baixo custo, e o aproveitamento das frutas fora do padrão para exportação, são atrativos para a instalação de uma ou mais indústrias deste tipo na região. Na cadeia produtiva da mangaba, uma das principais dificuldades enfrentadas pelos extrativistas é a ausência de técnicas de conservação, vez que é altamente perecível, necessitando de rápida comercialização, o que em muitas vezes gera grandes perdas aos catadores (SOARES, 2016).

De acordo com Soares (2016), grande parte da produção de mangaba e repassada aos atravessadores, estes, se aproveitam do fato da alta perecibilidade do produto e acabam adquirindo por preços baixos a produção que não foi vendida. Assim, a produção de passas de mangaba pode agregar valor ao produto, reduzindo as perdas pós-colheita e valorizando os frutos *in natura*. As frutas secas apresentam alto valor agregado quando comparado às frutas *in natura*, possuindo vantagens como a conveniência e aproveitamento integral do produto, a eliminação de perdas em épocas de safra e o uso de frutas *in natura* que estão fora do padrão de exportação (CODEVASF, 2008).

No Brasil, apesar de lenta, a produção de frutas secas ou dessecadas em escala comercial apresenta-se em ampla ascensão, já existem no mercado uva passa, ameixa seca, damasco e figo seco, porém ainda é pouco para a quantidade de frutas cultivadas no país. A técnica de desidratar surge como opção para adquirir produtos

mais sofisticados e é pouco utilizada no Brasil, onde o mercado depende quase exclusivamente de produtos importados (TAKAHASHI; RAVELLI, 2005).

Segundo SEBRAE Agronegócios (2014), o consumo das frutas secas, desidratadas ou cristalizadas, além de ganhar o paladar da população, em especial, para dietas e esportistas, também são úteis como aditivos em chocolate, bolos, pães, panetones, entre outras, promovendo diversas oportunidades de comercialização. Como comprovação, no período de 2010 a 2011, a produção de frutas secas ou liofilizadas no Brasil saltou de 11,1 milhões de quilos para 26,8 milhões de quilos respectivamente, as vendas nos dois anos também saltaram de 9 milhões de quilos para 24,1 milhões de quilos (SILVA, 2014b).

Machado (2011), estudou a secagem do pedúnculo do caju em sistema convencional. A secagem convencional do pedúnculo de caju demonstrou obter produtos de excelente qualidade, a temperatura, a velocidade do ar de secagem e a espessura das fatias de caju são parâmetros importantes para redução do tempo final de secagem. O referido autor afirma ainda que a secagem convencional do pedúnculo de caju apresenta-se como uma alternativa viável para secagem do pedúnculo de caju, demonstrando assim ser um método eficiente para sua conservação tendo como consequência a redução de suas perdas no campo e promoção da agregação de valor ao fruto desidratado, bem como o aumento na renda familiar dos produtores do Nordeste.

Aquino (2013), produziu banana-passa a partir de processos combinados de desidratação osmótica e secagem convectiva. Em seu estudo, as bananas passas secas a 60°C foram as que obtiveram mais aceitação e intenção de compra.

3.5.1 Desidratação osmótica

Processos que incluem a remoção de água são comumente empregados para conservar alimentos, permitindo seu consumo por longos períodos. A desidratação osmótica é um método de conservação que consiste em remover parcialmente a água ao mesmo tempo em que aumenta a quantidade de solutos no alimento. O procedimento envolve mecanismos de incorporação de açúcar e redução da atividade de água, e desta forma promove a diminuição da perecibilidade por deterioração

microbiana, inibição de atividade enzimática, sem a perda de suas propriedades sensoriais e nutritivas (SILVA et al., 2014a).

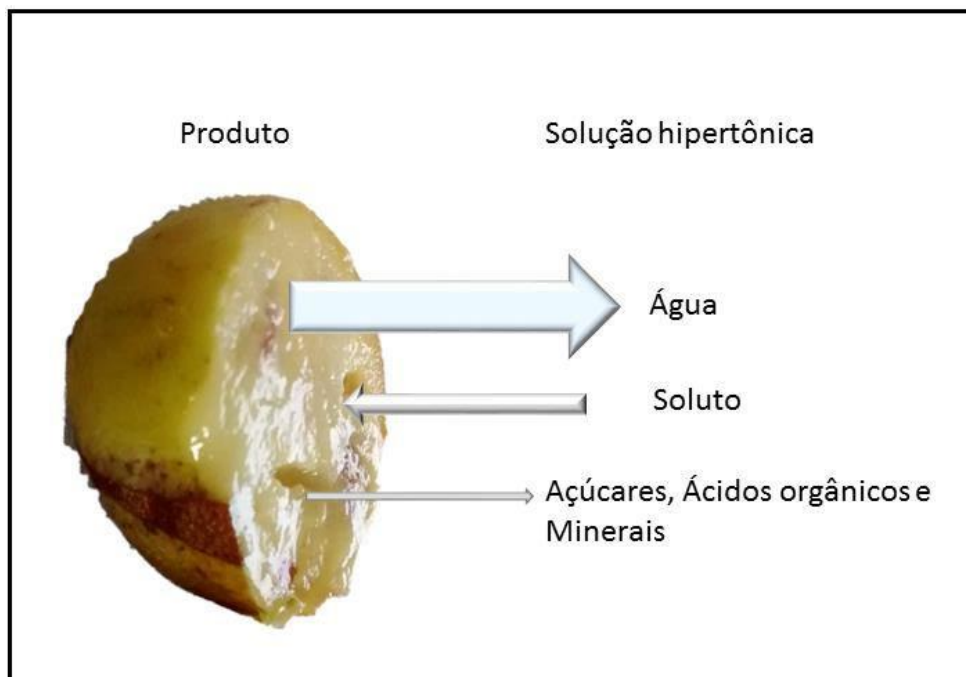
A desidratação osmótica é um pré-tratamento onde são obtidos produtos de umidade intermediária ou ainda aqueles onde se aplicam tratamentos como secagem, congelamento ou embalagem como tratamento final visando sua maior conservação (EGEA e LOBATO, 2014).

Este processo tem seu uso atribuído a melhoria da qualidade final do produto, bem como a redução de tempo e custo durante a secagem. O pré-tratamento osmótico consiste na imersão da fruta em uma solução saturada de açúcar ou sal para perda de água e ganho de sólidos. É um método apropriado para preparação de frutas tipo “passa”, pois além de proporcionar perda de água, também acarreta ganho de sólidos (sacarose), fator desejável principalmente para frutos com baixo teor de sólidos solúveis (CELESTINO, 2010).

A diferença de concentração entre o agente osmótico e o alimento promove três fluxos diferentes durante o processo de desidratação. De acordo com Silveira (2014), o primeiro e mais importante é o fluxo de água do alimento para a solução devido a diferença de pressão osmótica e o segundo é a transferência de soluto da solução para o alimento devido ao gradiente de concentração. Estes dois fenômenos ocorrem de forma simultânea e contra correntes, através das paredes celulares do alimento.

O terceiro fluxo é formado por substâncias presentes no alimento (ácidos orgânicos, açúcares, minerais e vitaminas), as quais migram em direção ao meio hipertônico. Entretanto, Araújo (2010) afirma que na maioria dos processos esta transferência é desprezível quando comparada aos dois primeiros tipos de transferência e acontece no mesmo sentido da difusão da água. A taxa de perda de água durante a desidratação osmótica sofre a influência de fatores como características do tecido vegetal, tipo e concentração do agente desidratante, temperatura, tempo de imersão, proporção fruta/solução e agitação (SILVA et al., 2008).

Figura 1 – Esquema ilustrativo da desidratação osmótica



Fonte: Do autor

A transferência de massa durante a desidratação resulta da interação de alguns mecanismos como difusão, osmose, interação dos fluxos e encolhimento dos produtos, os quais podem reduzir até 50% do volume inicial. A difusão é um fenômeno de transporte de matéria onde um soluto é transportado devido aos movimentos das moléculas de um fluido. Segundo Egea e Lobato (2014), estes movimentos fazem com que, do ponto de vista macroscópico, o soluto passe das zonas mais elevadas de concentração para zonas de baixa concentração. Estes autores afirmam que a osmose, é o nome dado ao movimento do solvente, no caso a água, entre meios com concentrações diferentes de solutos, separados por uma membrana semipermeável.

Dentre as principais vantagens atribuídas a desidratação osmótica como pré-tratamento para secagem com ar quente podemos citar a inibição do escurecimento enzimático, conservação da cor natural do produto sem adição de sulfito, padronização do conteúdo de sólidos solúveis, aumento de vida útil, além da uniformidade do produto quanto a textura. A característica diferencial da desidratação osmótica comparada aos outros processos de desidratação, é que ela permite a penetração de solutos na amostra, sendo possível modificar, de certa forma, a sua formulação (TORREGIANI e BERTOLO, 2001).

De acordo com Nunes et al., (2013), a desidratação osmótica como pré-tratamento, seguida de uma secagem com ar quente tem sido muito utilizada na produção de frutas desidratadas. Os processos combinados de desidratação osmótica e secagem com ar quente podem fornecer produtos mais tenros a baixas atividades de água que produtos desidratados sem pré-tratamento (EGEA e LOBATO, 2014).

A secagem por ar quente produz produtos desidratados que podem ter uma vida de prateleira bem superior. Porém, segundo Rawson et al., (2011), a qualidade dos produtos secos convencionais é usualmente inferior do que o produto original ou do que produtos que passaram por tratamentos anteriores à secagem. O uso combinado da desidratação osmótica junto a secagem convectiva tende a minimizar os danos causados pelo calor à cor, à textura, e ao sabor e por diminuir o escurecimento enzimático. A melhoria da qualidade dos produtos osmodesidratados não está relacionada apenas a remoção de água mas sim em proporcionar produtos mais resistente a contaminação microbiológica e à deterioração química, uma vez que o pré-tratamento osmótico lhe confere características de teor de água intermediária com boa estabilidade a temperatura ambiente (CARVALHO, 2011)

MARIANO et al. (2013), relata que a viabilidade econômica da produção de mangaba passa submetida ao pré-tratamento osmótico e posteriormente realizada a secagem convectiva com circulação de ar forçado a 70° C, constitui uma alternativa viável para os agricultores familiares que já trabalham na produção de frutas desidratadas, contanto que as instalações existentes sejam aproveitadas, integrando uma nova fonte de renda para essas famílias por meio da redução das perdas pós-colheita e comercialização em feiras locais.

3.5.2 Secagem

A secagem é um dos métodos mais antigos e utilizados para a conservação de alimentos. Segundo Celestino (2010) entende-se por secagem a remoção da água de um alimento sólido, na forma de vapor, por meio de um mecanismo de vaporização térmica, numa temperatura superior a de ebulição da água. É um processo de redução do conteúdo de água nos alimentos através do calor.

A remoção da água possibilita a conservação de alimentos orgânicos por não permitir a proliferação de microrganismos. A secagem ou desidratação diminui a

disponibilidade de água para reações de deterioração e promove uma considerável redução de custos em transporte e manipulação do produto (DOYMAZ, 2010; DOYMAZ; GÖL, 2011).

O processo de desidratação/secagem apresenta grande aceitação, devido à manutenção das propriedades nutritivas originais das frutas, com a vantagem da baixa perecibilidade (SEBRAE AGRONEGÓCIOS, 2014). Além disso, outras vantagens podem ser atribuídas ao processo, como a redução de perdas pós-colheita, economia de energia, uma vez que não necessita de refrigeração, e disponibilidade do produto em qualquer época do ano. De acordo com Freitas Neto (2015), uma desvantagem na secagem de frutas é a mudança em seu aspecto, que muitas vezes retira a suculência existente no fruto *in natura*.

A literatura apresenta vários métodos de secagem para frutas, assim, o calor pode ser fornecido ao produto de diversas formas. Dentre os métodos de secagem mais conhecidos podemos citar a secagem por condução, convecção e radiação.

O método de secagem por convecção é o mais comumente utilizado, o calor sensível é transferido para material através do ar pré-aquecido (agente secante) que passa através ou sobre o alimento, removendo a umidade e transportando-a para fora do secador. De acordo com Machado (2009), visando o aumento da eficiência térmica e a economia de energia, uma recirculação total ou parcial do ar de secagem é também muito utilizada. Neste método, ainda é possível controlar a temperatura e a umidade do ar aquecido. Na secagem por condução, o calor é transferido para o alimento através do contato físico. Este processo pode ser favorecido quando o alimento possui um alto teor de água e a espessura do material a ser seco é reduzida (QUITES, 2006).

A secagem por radiação pode ser baseada na transferência de energia térmica a partir de fontes eletromagnéticas. Silva (2012), afirma que o transporte de umidade e a difusão do vapor no sólido seguem as mesmas leis físicas que a condução e a convecção.

Segundo Catelam (2010), a escolha do processo de desidratação deve ser baseada em fatores importantes como característica do alimento a ser desidratado (líquido, sólido, particulado etc.), facilidade de processamento, volume a ser processado e a forma do produto final, qualidade e custo final do produto. A secagem é a técnica que menos agride o material, obtendo produtos com melhor qualidade entre todos os outros métodos (PARK, 2007).

Para que ocorra a secagem dos produtos é preciso que o meio de secagem possua uma temperatura superior a encontrada no sólido úmido. Desta forma a transferência de calor do ar quente para a fruta, causa a vaporização da água contida nesta, ocorrendo a desidratação. De acordo com Celestino (2010), a capacidade do ar para eliminar a água de um alimento depende, principalmente, de sua temperatura e de sua umidade relativa. O estudo das relações existentes entre o ar e o vapor de água é conhecido como psicrometria.

Para a melhor compreensão do processo de secagem é necessário o conhecimento das propriedades do ar úmido. Silva (2008) afirma que tais propriedades estão diretamente relacionadas à temperatura, quantidade de vapor de água, volume ocupado pelo ar e a energia nele contida.

Segundo Celestino (2010), duas temperaturas e dois tipos de umidade (massa de vapor d'água) são definidas para o ar; temperatura de bulbo seco e temperatura de bulbo úmido, e umidade absoluta e umidade relativa. Além destas, Freitas Neto (2015) afirma que a temperatura de ponto de orvalho e pressão de vapor também são propriedades relacionadas a temperatura e umidade, respectivamente.

De forma geral, a temperatura de bulbo seco pode ser definida como a temperatura do ar medida por um termômetro de bulbo, ao passo que a temperatura de bulbo úmido é o ponto onde ocorre o equilíbrio entre o vapor de água e a água líquida presente no ar saturado. Esta temperatura é determinada através da cobertura do bulbo seco de um termômetro com algodão umedecido em água destilada. A evaporação da água deste algodão promove a remoção do calor do bulbo do termômetro, esse resfria e registra uma temperatura menor que a do bulbo seco (CELESTINO, 2010).

Temperatura de ponto de orvalho é conhecida como a menor temperatura a que o ar pode ser resfriado, sem que ocorra alguma condensação de vapor de água ou umidade.

A pressão de vapor pode ser entendida como uma medida da tendência de evaporação de um líquido. Silva (2008) afirma que o vapor de água, como os gases componentes da atmosfera, exercem pressões para todas as direções, estas pressões são dependentes da concentração do vapor. Desta forma, o ar é dito saturado quando contém o máximo de vapor permitido para uma determinada temperatura e, nesta condição, a pressão de vapor é chamada de máxima ou de

saturação. A pressão parcial do ar é conhecida quando a quantidade de vapor não é suficiente para saturação do ar (SILVA, 2008).

De acordo com Celestino (2010) a umidade absoluta representa a massa de água em um quilograma de ar seco, e a umidade relativa a razão entre a quantidade de umidade do ar e a quantidade máxima que ele pode conter na mesma temperatura.

3.5.3 Teor de Umidade

O conhecimento do teor de água nos alimentos é de grande importância, uma vez que sua preservação depende da quantidade de água presente. A umidade tem relação direta com a estabilidade, qualidade e composição, além de afetar as características dos alimentos. Celestino (2010), cita que o conteúdo de água de um alimento é o principal causador da deterioração por microrganismos e alterações por reações químicas e enzimáticas. Entretanto, o conhecimento do teor de umidade é insuficiente para prever a estabilidade do alimento, sendo necessário o conhecimento da atividade de água (a_w), que representa a água disponível para o produto (FELLOWS, 2000).

A água pode ser encontrada nos alimentos sobre duas formas; água livre e água ligada. A água livre também chamada de atividade de água (a_w) funciona como solvente permitindo o crescimento de micro-organismos e reações químicas, este tipo de água está presente nos espaços intergranulares e entre os poros do alimento. A água ligada ou de hidratação como também é conhecida, como o próprio nome diz, encontra-se fortemente ligada ao substrato. Este tipo de água encontra-se associada quimicamente com outras substâncias do alimento não podendo ser eliminada na maioria dos métodos de determinação de umidade (GAVA, 2000).

Para Celestino (2010), o método estufa é o mais utilizado na determinação de umidade em alimentos. Neste método as amostras de frutas são submetidas a temperaturas de 105°C durante um período de tempo ou até peso constante. A umidade nas frutas pode ser expressa através da umidade em base úmida U (b.u.) e da umidade em base seca $U(b.s.)$, ambos são definidos a partir de equações.

Através da razão entre a massa de água contida na amostra e a massa total da amostra é possível determinar a umidade contida na amostra em base úmida, este dado é obtido através da equação (1).

$$U(b.u.) = 100 \times \text{Massa de Água} / \text{Massa Total} \quad (1)$$

Onde a Massa de Água representa a massa contida no alimento e é expressada através da equação (3) e a Massa Total é a massa da fruta, pesada em uma balança antes da secagem.

Para determinação da umidade da fruta em base seca, se estabelece a razão entre a massa de água contida na amostra e a massa seca, representada na equação (2).

$$U(b.s.) = 100 \times \text{Massa de Água} / \text{Massa Seca} \quad (2)$$

Na equação a massa seca da fruta representa a massa fina obtida após a remoção total da água livre presente na amostra. A mesma também pode ser obtida através da equação (3).

A massa de água pode ser obtida subtraindo a massa seca da massa total da fruta (3) (FREITAS NETO, 2015).

$$\text{Massa de água} = \text{Massa total} - \text{Massa Seca} \quad (3)$$

Alimentos vegetais como frutas apresentam teores de água elevados, desta forma estão sujeitos a inúmeras alterações. Lopes et. al. (2015) estudando frutos de mangabeira oriundos do cerrado brasileiro, obteve teor médio de umidade de 81,43%.

3.5.4 Atividade de Água

Segundo Damodaran (2010), os processos de concentração e desidratação são realizados com o objetivo principal de diminuir o conteúdo de água de um alimento, aumentando ao mesmo tempo, sua concentração de solutos e portanto, diminuindo sua perecibilidade. Porém, a disponibilidade de água para atividade microbológica, enzimática e química é quem determina a vida de prateleira de um alimento, e isso é medido pela atividade de água do alimento (FELLOWS, 2006). Esta

característica torna a atividade de água um dos fatores mais importantes para a indústria de alimentos.

A variação da pressão de vapor da água pela interação com componentes de um alimento é um indicador da quantidade de água ligada. Celestino (2010), cita que a atividade de água (a_w) compreende a razão entre a pressão de vapor da água no alimento (P) e a pressão de vapor da água pura (P_0) numa mesma temperatura, definida pela equação a seguir:

$$A_w = [P/P_0]_T = \%UR/100 \quad (4)$$

De forma geral, a atividade de água nos alimentos é determinada de forma adimensional numa escala que varia de 0 a 1, onde o teor de 1,0 equivale a água pura. De acordo com Garcia (2004), alimentos com A_w superior a 0.90 estão mais susceptíveis a deterioração uma vez que as soluções diluídas servem de substrato para os microrganismos, entre 0,4 e 0,8 haverá a possibilidade de reações químicas e enzimáticas rápidas pelo aumento das concentrações de reagentes (CELESTINO, 2010). Em geral, valores de a_w inferiores a 0,6 inibem o crescimento de fungos, leveduras e bactérias, entretanto, mesmo com valores baixos de a_w , podem ocorrer oxidação lipídica, reações enzimáticas e oxidação.

3.5.5 Curva de secagem

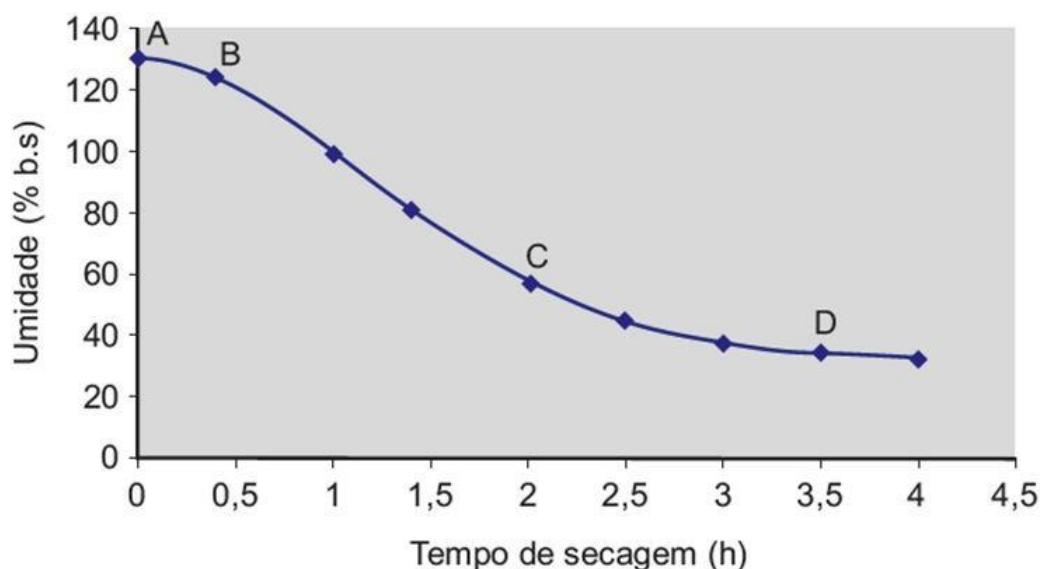
Atualmente os consumidores tem optado por alimentos que preservam o máximo de suas características originais, isto representa desafios para as indústrias que buscam métodos de operações para minimizar os efeitos adversos do processamento. O estudo da cinética de secagem tem influência direta na qualidade do produto desidratado. A cinética de secagem, ou seja a velocidade com que o alimento perde umidade, é controlada pelas características da matriz do alimento e pelas variáveis temperatura, velocidade e umidade relativa do ar (CELESTINO, 2010).

De acordo com Santos (2011), ao entrar em contato com o ar quente, o alimento sofre uma transferência de calor e massa, devido ao gradiente de temperatura existente entre ambos. Paralelamente, a diferença de pressão parcial de vapor de água existente entre o ar de secagem e a superfície do produto determina a

transferência de massa do produto para o ar em forma de vapor de água (NOGUEIRA, 1991). De modo geral, os processos de secagem sofrem influência considerável de agentes externos e da estrutura do material secante (MACHADO, 2009). As influências destes fatores ocorrem em diferentes períodos durante o processo de secagem.

Através da curva de secagem é possível observar que a temperatura de secagem exerce influência sobre a velocidade de secagem nos alimentos. O aumento da temperatura causa uma diminuição do tempo de secagem dos alimentos (SANTOS, 2011).

Figura 2 - Umidade do Alimento durante o processo de secagem



Fonte: CELESTINO, (2010)

O segmento AB representa o período de aquecimento, onde a temperatura do produto se encontra abaixo da temperatura do meio secante (ar quente), ou seja, neste período o alimento se adapta as condições de secagem e sua temperatura atinge o valor constante até atingir a saturação. A partir deste ponto ocorre a evaporação da umidade superficial. Durante o período BC, a superfície exposta do alimento está saturada, existindo um filme contínuo de água sobre o sólido, ou seja, a água do alimento não tem nenhuma resistência para sair dele. Este período é conhecido como período de taxa constante, onde a taxa de secagem independe do teor de umidade do sólido. O ponto C evidência o fim do termino do período de

secagem constante, onde o sólido alcança o teor de umidade crítica. A partir deste ponto ocorre a elevação da temperatura e a taxa de secagem cai rapidamente. O aumento na resistência interna e a difusão do líquido do interior para a superfície do sólido é insuficiente para compensar o líquido que está sendo evaporado (CELESTINO, 2010).

No ponto D se inicia o segundo período de velocidade decrescente, neste período a umidade do alimento diminui até atingir a umidade de equilíbrio para as condições de temperatura e umidade relativa do ar. A partir do ponto D a evaporação da água no interior do sólido se dá através de sua umidade interna. A secagem cessa quando a pressão de vapor no líquido contido no alimento é igual a pressão parcial de vapor de água no agente secante (MACHADO, 2009; CELESTINO, 2010).

3.5.6 Efeitos da secagem nos alimentos

Todos os produtos sofrem mudanças químicas e físicas durante a secagem que reduzem a sua qualidade, quando comparada ao produto *in natura*. As otimizações dos processos de secagem visam a minimização destas mudanças assim como aumentar a eficiência do processo. As principais alterações nos alimentos desidratados são na textura e perdas no sabor ou aromas, mas as mudanças na cor e no valor nutricional são também significativas (FELLOWS, 2006).

As mudanças na textura do alimento tem sido uma importante causa de perda de qualidade. A natureza e o nível de tratamento (desidratação osmótica), redução de tamanho, assim como o descascamento podem afetar a textura das frutas e hortaliças desidratadas. Com teores baixos de umidade, a textura é muito dura, enquanto que com teores mais elevados tornam-se mais apetitosas. A perda de textura nestes produtos é causada pela gelatinização do amido, pela cristalização da celulose e por variações localizadas no teor de umidade durante a secagem que causam estresses internos (FELLOWS, 2006).

A secagem modifica as características da superfície dos alimentos, alterando de forma significativa a cor após a desidratação. Os pigmentos como clorofila e carotenoides são os mais susceptíveis as alterações causadas pelo calor e pela oxidação durante a secagem. A atuação enzimática provoca perdas do pigmento clorofila ao convertê-la em feofitina (CELESTINO, 2010), um composto de coloração

verde-amarelada, já os carotenoides sofrem oxidação com uma alta concentração de oxigênio na atmosfera de armazenamento o que contribui para perda de coloração natural de vários alimentos.

De acordo com Santos (2011), algumas frutas, ao serem processadas sofrem um rápido escurecimento que é altamente inconveniente e limitante para a vida de prateleira do produto. Este processo está associado a elevação da atividade de algumas enzimas. O escurecimento enzimático pela ação da peroxidase e outras enzimas oxidativas ocorre na fruta durante a secagem, principalmente nas superfícies cortadas, onde ocorre com maiores velocidades. O método mais utilizado pela indústria alimentícia para controle do escurecimento enzimático consiste no emprego de agentes sulfitantes devido a sua grande eficácia e amplo espectro de utilização (INSUMOS, 2010). Porém, como o maior mercado consumidor de frutas secas é o mercado de produtos naturais, a adição destes compostos descaracteriza o produto 100% natural.

A temperatura utilizada durante a secagem causa a perda de componentes voláteis do alimento, resultando em produtos com menos aroma que o alimento *in natura*. De acordo com Celestino (2010), o nível de perda depende da temperatura e concentração dos sólidos nas frutas, da pressão de vapor e solubilidade no vapor de água dos voláteis. Os compostos voláteis que possuem volatilidade e difusividade relativamente altas são perdidos nos estágios iniciais da secagem (FELLOWS, 2006). O uso de temperaturas mais brandas para secagem pode ser usado para minimizar as perdas.

SANTOS et al. (2013), estudaram a secagem convectiva de maçãs e de acordo com os resultados obtidos os frutos desidratados apresentaram teores de nutrientes próximos aos relatados na literatura, apresentando excelentes características sensoriais, tais como, sabor, aroma agradável e aspecto visual de cor amarela clara, sem vestígios de escurecimento mantendo as características avermelhadas da casca. Além disso, na literatura são encontrados diversos estudos onde apontam que mesmo submetidos à secagem é possível manter grande parte dos compostos bioativos nos frutos secos em quantidades próximas as obtidas nos frutos *in natura* (CORREIA E BEIRÃO-DA-COSTA, 2011; NAYAK ET AL., 2011; VALLEJO ET AL., 2012; AQUINO, 2013).

4 METODOLOGIA

4.1.1 Obtenção da matéria prima

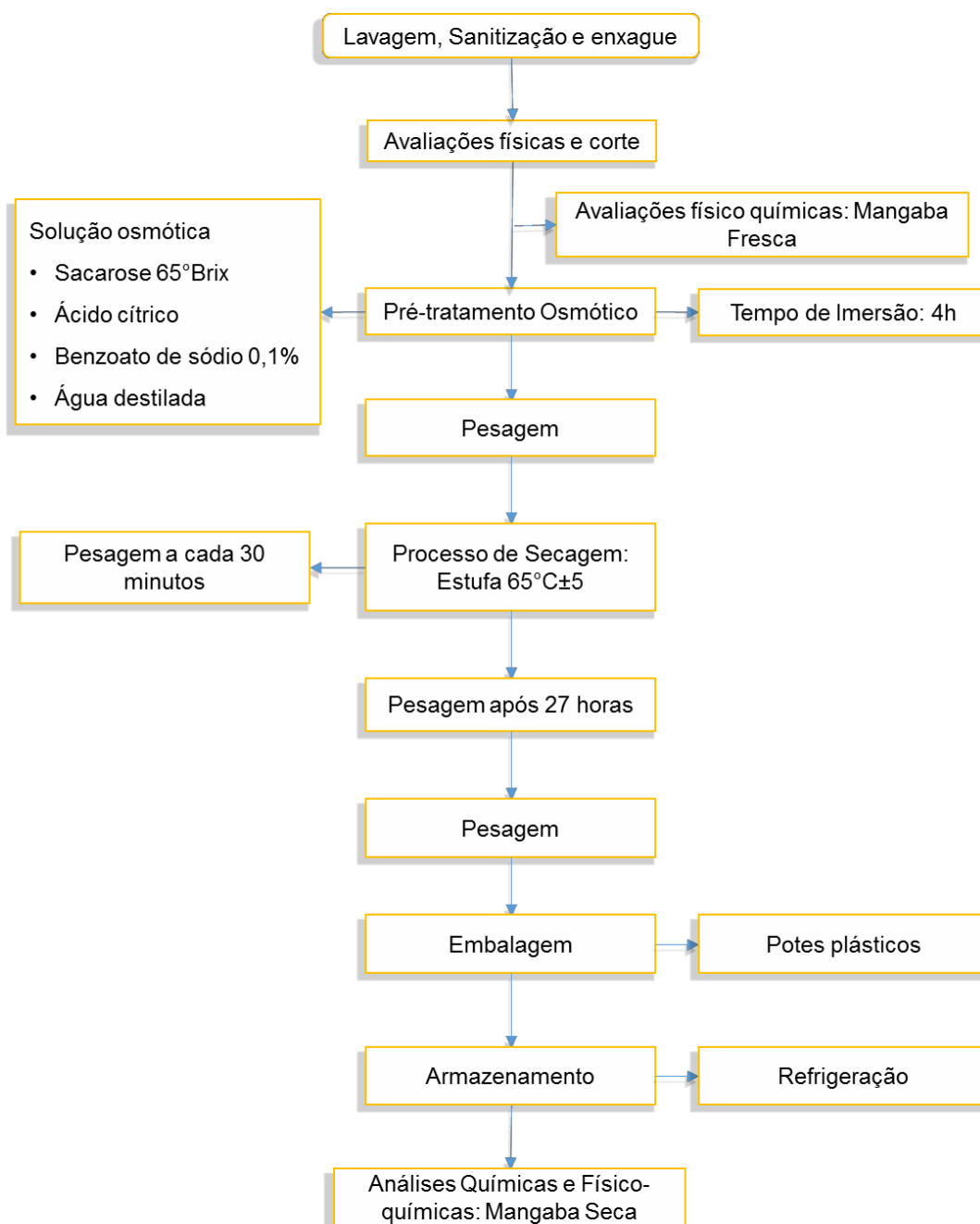
Os frutos de mangaba foram doados pela Estação Experimental de Mangabeira pertencente à EMEPA (Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba S. A.) em João Pessoa. A EMEPA dispõe de Banco Ativo de Germoplasma (BAG-Mangaba), iniciado em 1991 e que conta com aproximadamente 220 acessos (SOUSA et al. 2007).

Os frutos foram colhidos manualmente pela manhã em estágio de maturação comercial levando em consideração a coloração da casca. Para o processo de desidratação foram coletados frutos de plantas aleatórias em estágio de maturação verde. Após a colheita, os frutos foram transportados em caixas isotérmicas para o Laboratório de Processamento de Alimentos do Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional (CTDR) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), onde foram selecionados quanto à aparência, estádios de maturação e ausência de danos físicos.

Para o processo de desidratação, os frutos verdes foram mantidos durante 3 dias em ambiente fechado para atingir o ponto ideal de maturação. Destes frutos foram selecionados frutos para realização da secagem, os demais frutos foram processados para análises posteriores.

A Figura 5 representa o fluxograma do experimento realizado com desidratação osmótica seguida de secagem em estufa a $65^{\circ}\text{C} \pm 5$.

Figura 3 – Fluxograma da elaboração da mangaba *Hancornia Speciosa* desidratada.



Fonte: Do Autor

4.1.2 Preparo da matéria-prima

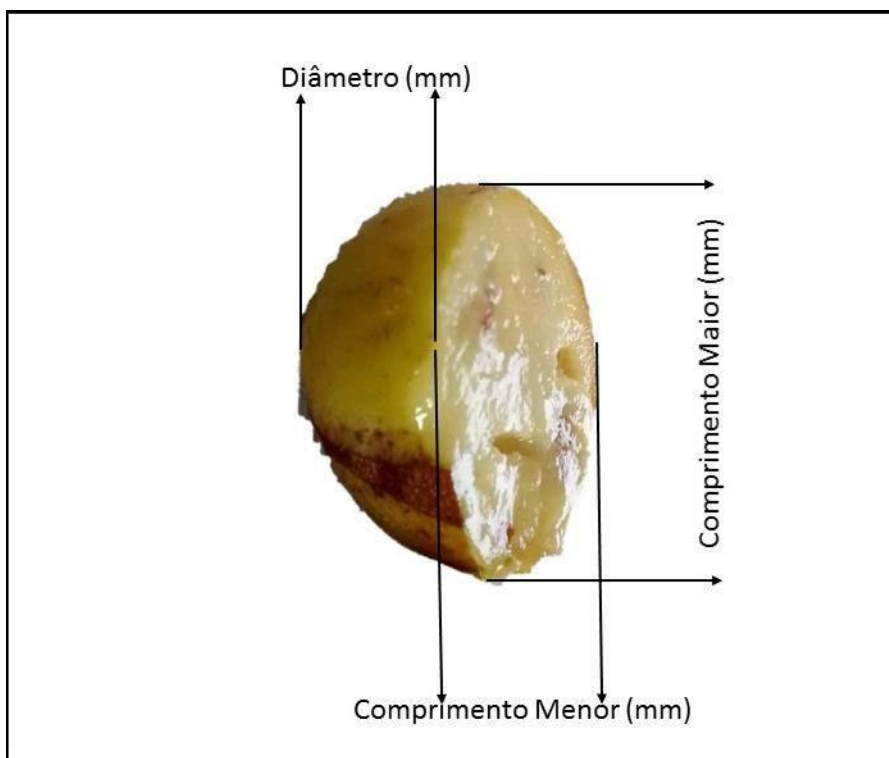
Para desidratação foram selecionados os frutos isentos de doenças, íntegros, com estágio de maturação adequado e textura firme. Os frutos selecionados foram

lavados com água limpa e imersos em água clorada por 15 minutos, contendo, aproximadamente, 50 mg de cloro ativo por litro de água para sanificação e, posteriormente, enxaguados com água limpa e tratada. Após a lavagem, os frutos dispostos sobre toalhas de papel durante alguns minutos, para remoção da umidade superficial, após este período os frutos foram cortados horizontalmente (Figura 6) em duas partes de tamanhos uniformes com auxílio de facas de aço inoxidável e, posteriormente submetidos as avaliações físicas.

4.1.3 Avaliações Físicas

Para as avaliações físicas, foram selecionados aleatoriamente 24 partes de frutos *in natura*, estes foram avaliados quanto a: Massa fresca do fruto (g); determinado através da pesagem individual em balança semi- analítica e o comprimento, diâmetro e largura (mm), determinados através de medições diretas através de um paquímetro, colocando em posição perpendicular e paralela aos eixos do fruto.

Figura 4 - Modelo de corte feito na mangaba.



Fonte: Do Autor

4.1.4 Preparação da Matéria Prima

Em seguida foram selecionadas 3 repetições com 20 frutos cada para secagem, os demais foram selecionados em outros 3 lotes diferentes e processados.

Para obtenção da polpa as mangabas foram peneiradas em uma peneira plástica sobre um recipiente de vidro, após a extração, a polpa foi armazenada em potes plásticos de 50g devidamente identificados e congelados em freezer para análises posteriores. As amostras de mangaba *in natura* foram submetidas as análises físico-químicas, de bioativos e atividade antioxidante.

4.1.5 Desidratação Osmótica

Para a etapa de pré-tratamento por desidratação osmótica foi utilizado xarope de sacarose com concentração (65 °Brix) e proporção fruto xarope (1:2). Preparou-se o xarope em tacho de aço inoxidável, sob agitação e aquecimento para facilitar a dissolução do açúcar na água. O tacho foi mantido a 65°C, por 4 a 5 horas.

Para produção do xarope foram utilizados 2.600g de açúcar cristal e 1.400 mL de água mineral. Foi adicionado ao xarope ácido cítrico em quantidade suficiente para obter pH 3,0. Após o período de tratamento osmótico, os frutos cortados foram removidos com o auxílio de peneiras, e colocados sobre bandejas de metal deixando-se escorrer o excesso de xarope da superfície dos pedaços dos frutos de mangaba.

4.1.6 Cinética de Secagem

Foram realizadas secagem dos frutos de mangabas inteira sem o tratamento osmótico e com mangabas cortadas submetidas ao pré-tratamento osmótico. Para o teste inicial os frutos inteiros sem o pré-tratamento foram dispostos em badejas de aço perfuradas e levados a estufa (TECNAL, modelo TE-394/2) com circulação e renovação de ar forçada a uma temperatura de 60°C±5,0 durante 44 horas. Para secagem dos frutos de mangaba pré-tratados osmoticamente, foi realizado o mesmo procedimento, os frutos pré-tratados foram dispostos em bandejas metálicas perfuradas e colocadas em estufa com circulação de ar forçada na temperatura de secagem de 65°C durante 1650 minutos (27h30min).

O tempo de secagem na estufa foi analisado baseando-se no teor de umidade de frutas secas, de 25%, de acordo com a Resolução 12/1978. O peso correspondente a teor de umidade final foi determinado de acordo com Celestino (2010), através da equação a seguir.

$$Pf = Pi \times (100 - Ui) / (100 - Uf) \quad (5)$$

Onde,

Pf = peso líquido final (subtraído o peso da bandeja) para que o produto tenha a umidade desejada

Pi = peso líquido inicial (subtraído o peso da bandeja)

Ui = umidade inicial

Uf = umidade final desejada (de 15% a 25% para frutas)

Para o acompanhamento da perda de umidade, as amostras nas bandejas foram pesadas no início da secagem e posteriormente em intervalos que variaram de 10 minutos na primeira hora, 15 na segunda e a partir de terceira hora em intervalos de 30 minutos de permanência na estufa.

Ao final da secagem, foram retiradas amostras dos frutos desidratados para determinação do teor de umidade final do produto. Em seguida foram resfriadas à temperatura ambiente, e selecionados aleatoriamente 24 partes de frutos para realização das análises físicas de Massa total, Comprimento (maior), Largura (comprimento menor) e Diâmetro. Após este processo as amostras foram pesadas e armazenadas em embalagens de polietileno sendo mantidas sob refrigeração para análises posteriores.

As amostras de mangabas pré-tratados osmoticamente e secas a 65°C foram submetidas as mesmas análises dos frutos *in natura*.

4.2 Avaliações Físico-Químicas

Todas as análises foram realizadas em triplicatas.

4.2.1 Composição Centesimal

A determinação de umidade foi realizada através do método estufa a 105° por 24 horas. Para determinação de Cinzas, foi utilizado o método de incineração a 550°C em mufla. O teor de proteínas foi obtido através do método de Kjeldhal, todas as análises seguiram as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (Brasil, 2008).

4.2.2 Sólidos Solúveis, Acidez Titulável e Relação SS/AT

A determinação dos sólidos solúveis foi realizada por refratometria através da medida dos °Brix, em refratômetro de marca INSTRUTERM, modelo RT- 30 ATC com escala variando de 0 a 32 °Brix (para análise nas amostras de mangaba seca, 1 grama da amostra foi macerada em almofariz com água destilada, transferindo o conteúdo para balão volumétrico de 25 mL, aferido com água. Em seguida foi realizada a leitura de acordo com as outras amostras, o resultado da leitura foi multiplicado pelo número de diluições para obtenção do teor de sólidos solúveis totais da amostra e compensando-se a leitura para 20°C, conforme AOAC (2005).

Para a acidez titulável, foi pesado 5 g da amostra em erlenmeyer e adicionada 50 mL de água destilada. Foi realizada por titulometria com NaOH 0,1N, segundo Brasil (2005) e expressa em ácido cítrico (g/100g).

A relação SS/AT foi obtida através do quociente entre as determinações de sólidos solúveis e acidez titulável.

4.2.3 pH

Foi pesado 5 g da amostra em erlenmeyer e adicionado 50 mL de água destilada para verificação do pH, que foi determinado através de leitura direta, em potenciômetro de marca EVEN, modelo PH- E3E, calibrado a cada utilização com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0, conforme (Brasil, 2008).

4.2.4 Açúcares solúveis totais (g.100-1g polpa)

Determinados pelo método de antrona segundo metodologia descrita por Yemn e Willis (1954). Utilizou-se 1 g de polpa, que foi diluída em água destilada no balão de 100 mL. Em seguida pipetou-se uma alíquota de 0,10 mL do conteúdo do balão em tubos de ensaio para reação com antrona. Os tubos de ensaio contendo a amostra foram colocados em banho de gelo e após receberem o reativo foram agitados e colocados em banho-maria a 100°C por 8 minutos e imediatamente devolvidos ao banho de gelo. Em seguida, efetuou-se a leitura em espectrofotômetro com comprimento de onda a 620 nm.

4.2.5 Açúcares redutores (g.100-1g polpa)

Foi pesado aproximadamente 1g da polpa em um balão de 50 mL e diluído com água destilada (para análise das amostras de mangabas foi feita uma diluição de 10 mL do extrato inicial para um balão volumétrico de 50 mL, aferido com água destilada). Assim como procede o método do 3,5 Ácido Dinitrosalicílico (DNS) (Miller, 1959), ao qual foi adicionado 0,5 mL do extrato, 1,0 mL de água e 1,0 mL do reagente de DNS, em tubos de ensaio. O branco foi preparado com 1,5 mL de água destilada e 1,0 mL do reagente. Os tubos foram agitados e aquecidos em banho-maria por 5 min a 100°C. Em seguida, os tubos foram resfriados em banhos de gelo até a temperatura ambiente, e adicionados de 7,5 mL de água destilada. Em seguida, efetuou-se a leitura em espectrofotômetro com comprimento de onda a 540 nm.

4.2.6 Atividade de água

A atividade de água foi determinada diretamente em equipamento AQUALAB 4TEV, previamente calibrado com água destilada, em triplicata para mangaba *in natura*, e para mangaba após a secagem. A preparação da amostra e a utilização do aparelho foram realizadas conforme instruções descritas no manual de operação.

4.3. Determinação dos compostos Bioativos

4.3.1 Ácido Ascórbico (mg.100⁻¹g)

Determinada por titulometria com solução de DFI (2,6 dicloro-fenol indofenol) 0,02% até coloração rósea clara permanente. Pesou-se 1g de polpa, diluiu-se em 100 mL de ácido oxálico 0,5%, de acordo com Strohecker e Henning (1967). Para a titulação, utilizou-se uma alíquota de 5 mL. Os resultados foram expressos em mg/100g.

4.3.2 Clorofila (mg.100⁻¹g)

Foram utilizados 1g de polpa, diluída com 10 mL de acetona 80% e 5 mg de CaCO₃ (carbonato de cálcio) em um almofariz, onde foi feita a maceração por aproximadamente 1 minuto e transferido para o tubo falcon que já estava envolvido em papel alumínio, para não ter interferência de luz, quando necessário completava-se o volume da maceração para 10 mL. Deixando assim, extrair por 24 horas no escuro a 4°C, após as 24 horas os tubos falcon foram filtrados e feito a leitura no espectrofotômetro com comprimento de onda de 652nm, de acordo assim com as modificações do método de Arnon (1985). Os resultados de clorofila total foram expressos em mg.100⁻¹g de polpa seguindo a equação de Engel e Poggiani (1991).

$$\text{Clorofila (mg.100}^{-1}\text{g)} = [(x_{\text{abs}} \times 1000 \times V) / (1000.w)) / 34,5] \times 100 \quad (6)$$

Onde: V = volume final do extrato clorofila-acetona; w = peso da polpa em gramas e xabs = média das absorbâncias. Os resultados foram expressos em mg/100g.

4.3.3 Carotenoides (mg.100⁻¹g)

O método de Higby (1962) foi utilizado para determinação de carotenoides, pesou 1g de polpa, transferindo para o almofariz e adicionado 5,0 mL de hexano e cloreto de cálcio seguido da maceração por 1 min. O conteúdo foi transferido para

tubos de falcon envoltos com papel alumínio e seguida para espera de 24 h, após completar as 24 h, foi preciso completar o volume com hexano e feitas as leituras em espectrofotômetro modelo Cary60 UV-VIS – G6860A, a 450 nm, e calculados através da fórmula:

$$\text{Carotenoides (mg.100}^{-1}\text{g)} = (\text{Abs} \times 100) / (10 \times 1 \times P) / 10 \quad (7)$$

Onde, Ab = absorvância; P = peso da amostra. Os resultados foram expressos em mg/100g.

4.3.4 Flavonoides amarelos (mg.100⁻¹g)

A determinação de flavonoides amarelos foi segundo o método de Francis (1982). Pesou-se 1g da polpa e adicionou 10 mL da solução extratora de etanol 95% mais HCl 1,5N na proporção de 85:15 (v/v), respectivamente. Foi feita a maceração em um almofariz por aproximadamente 1 minuto e transferido para os tubos de falcon, sendo o volume completado com a solução extratora. Foi deixado por 24 h na geladeira, sob ausência de luz. Em seguida foi feita a centrifugação dos tubos e realizou-se a leitura a 374nm em espectrofotômetro modelo Cary60 UV-VIS – G6860A. O teor de Flavonoides Amarelos foi calculado através da fórmula:

$$\text{Flavonoides Amarelos (mg.100}^{-1}\text{g)} = \text{Fator de diluição} \times \text{absorvância} / 76,6. \quad (8)$$

Os resultados foram expressos em mg/100g.

4.3.5 Polifenóis Extraíveis Totais (PET)

A determinação foi feita conforme descrito pelo método de LARRAURI et al. (1997). As amostras de mangaba seca foram previamente maceradas em almofariz com 1 mL da primeira solução extratora (metanol 50%) e depois adicionado mais 3 mL da mesma solução em tubo de falcon. Completando 4 mL, homogeneizou-se e deixou-se extraindo por 60 minutos. Em seguida, foram centrifugados a 5.900 rpm durante 15 minutos a temperatura ambiente. O sobrenadante foi filtrado e transferido para um

tubo de falcon de 15 mL, ao resíduo foi adicionando 4 mL de acetona 70%, homogeneizou-se em agitador de tudo tipo vórtex e deixou-se extraindo por mais 60 minutos. Em seguida, foi novamente centrifugado a 5900 rpm por 15 minutos em temperatura ambiente. O sobrenadante foi adicionado juntamente ao tubo de falcon que já continha o sobrenadante da primeira extração, completando o volume com água destilada. O extrato foi armazenado em frasco âmbar e refrigerado.

Para determinação, em tubos de ensaio envoltos em papel alumínio; colocou-se uma alíquota do extrato de 0,1 mL, acrescida de 0,9 mL de água destilada, mais 1 mL do reagente Folin-Ciocalteu, 2 mL de carbonato de sódio (20%) mais 2 mL de água destilada. Agitou-se e depois de 30 minutos realizou-se a leitura em espectrofotômetro modelo Cary60 UV-VIS – G6860A, com comprimento de onda a 700nm e o resultado expresso em mg de ácido gálico.100g⁻¹.

4.4 Atividade Antioxidante (DPPH)

A atividade antioxidante foi determinada através do método originalmente descrito por BRAND-Williams et al. (1995) modificado por SANCHES-MORENO et al. (1998) e adaptado por RUFINO (2006) citado por VIDAL (2010). Este método é baseado na captura do radical DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil) por antioxidantes. A capacidade antioxidante foi expressa na concentração de antioxidantes necessária para reduzir a quantidade original de radicais livres em 50% conhecido como EC50. Para determinação preparou-se solução metanólica de DPPH (0,06 mg/mL), de forma a apresentar absorvância em 515 nm entre 0,7 e 0,8 para realização da leitura. Previamente foi realizada a cinética do DPPH para a mangaba a qual indica o tempo necessário para a diminuição do estado estacionário de DPPH das amostras. O tempo necessário para esta estabilidade para a mangaba ficou definido como 55 minutos para a mangaba *in natura* e 40 minutos para a mangaba seca, após a adição do radical DPPH. A leitura foi feita a partir de alíquotas de diferentes concentrações do extrato (mesmo utilizado para determinação de compostos fenólicos). Preparou-se concentrações de 0,10 µL, 30 µL e 50 µL, completando para 1 mL com água destilada e adicionando 3,9 mL da solução metanólica de DPPH. As leituras das absorvâncias foram realizadas após o tempo de estabilidade da reação predeterminado através da cinética para cada tipo de amostra da mangaba (*in natura* e secas), em

espectrofotômetro modelo Cary60 UV-VIS – G6860A, em comprimento de onda de 515 nm. O decaimento da absorbância das amostras relacionado ao decaimento da absorbância do controle resulta na porcentagem de sequestro de radicais livres (%SRL). Os resultados foram expressos em g de fruta/g de DPPH.

4.5 Análise Estatística

Os resultados quantitativos obtidos foram avaliados estatisticamente pela análise de variância ANOVA e a comparação das médias feita pelo teste de T Student a 5% de probabilidade. Os cálculos foram efetuados através do programa Assistat Software. Version 7.7 (Silva e Azevedo, 2016).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Características físicas

5.1.1 Massa Fresca, Comprimento e Diâmetro

Os frutos de Mangaba *in natura* (MF) foram analisados após três dias da sua coleta, após atingirem a maturação ideal para o processo de secagem. Observando a Tabela 2 podemos perceber que houve uma variação significativa em relação a perda de massa no fruto da mangaba após a desidratação.

Tabela 2 - Massa fresca (g) dos pedaços de frutos das mangabas *in natura* e pós secagem convectiva.

Parâmetro	Amostras	
	Mangaba <i>In natura</i>	Mangaba seca
Massa Fresca (g)	11,78±3,80a	4,15±1,58b

*Valores médios mais desvio padrão; *As médias seguidas pela mesma letra na mesma linha não diferem estatisticamente entre si. *Foi aplicado o teste t de *student* ao nível de 5% de probabilidade.

Conforme Chitarra e Chitarra (2005), para o mercado de frutas frescas, os frutos mais pesados e, conseqüentemente, os de maior tamanho, são mais atrativos aos consumidores. Como esperado as partes dos frutos da mangaba *in natura* apresentaram uma variação entre 5,6g e 20,11g com média geral de 11,78g, superior à média geral encontrada para a mangaba seca (4,15g), com valores variaram de 1,8g a 7,5g. Considerando que os frutos da mangaba foram cortados em dois pedaços para otimizar o processo de secagem, o peso total do fruto inteiro é o dobro do valor apresentado neste trabalho. Estes resultados estão de acordo com os relatados na literatura para peso de frutos de mangabeiras nativas da região Nordeste que varia 3 a 59 g (ARAUJO, 2007; VIDAL, 2010; FERRO, 2015).

Os valores médios encontrados para o fruto *in natura* inteiro foram superiores aos encontrados por Araújo et al. (2009), ao avaliar frutos de vários genótipos da mangabeira que compõem o Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de Mangaba da Zona da mata paraibana obtiveram valores médios de 14,14g.

Vidal (2010), estudando genótipos de mangabeira *Hancornia Speciosa* oriundas do litoral cearense obteve valores médios inferiores ao encontrado neste

estudo, com média geral de 13,64g. Ferro et al. (2015), avaliando a caracterização morfológica dos frutos de mangaba (*Hancornia speciosa* gomes) produzidos em alagoas, obteve valores variando de 2,6 a 65 g, superiores a referido estudo, demonstrando com isso a variação de peso entre as diversas cultivares da mangaba.

Na literatura ainda são escassos os trabalhos encontrados sobre a massa total de frutos após a desidratação. Segundo Brasil (1978) o fruto seco deve conter no máximo 25% de umidade.

Tabela 3 - Comprimento e Diâmetro (mm) dos pedaços de frutos das mangabas *in natura* e pós secagem submetido ao pré-tratamento osmótico.

Amostras	Parâmetros		
	C M (mm)	C Mn (mm)	D (mm)
M <i>In</i>	32,6±3,91a	32,88±3,86a	16,38±2,83b
MS	24,50±3,0a	22,40±3,60a	11,0±2,34b

*Valores médios mais desvio padrão. *Comprimento Maior (CM); Diâmetro (D); Comprimento Menor (CMn); Mangaba *In natura* (**MIn**); Mangaba seca (**MS**) *As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. *Foi aplicado o teste t de *student* ao nível de 5% de probabilidade.

Os parâmetros comprimento e diâmetro (tabela 3), revelam que houve uma redução considerável em função do processo de secagem. As partes dos frutos da mangaba foram selecionados aleatoriamente, desta forma as amostras dos frutos *in natura* diferem das amostras secas. Foram identificados parâmetros médios de 32,6mm, 32,9mm e 16,4 mm para Comprimento Maior (CM), Comprimento menor (CMn) e Diâmetro (D) respectivamente. Os valores encontrados são superiores ao de Ferro et al. (2015), relatou comprimento variando ente 29,9 mm e 31,87 mm e variação no diâmetro de 23,81 a 29,15mm.

Para as amostras de mangaba *in natura* houve variações no comprimento e diâmetro, porém houve pouca diferença no formado do fruto. A relação entre o comprimento e o diâmetro determina a forma do fruto, ou seja quando o comprimento for menor que o diâmetro o fruto apresentará forma globosa (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Nascimento et al. (2014) relataram diferenças entre o diâmetro longitudinal e transversal (comprimento), ao avaliar frutos de *Hancornia speciosa* Gomes proveniente do Oeste Baiano. Os autores revelaram que o diâmetro longitudinal e o transversal dos frutos de mangabeira diferiram em alguns níveis avaliados

apresentando, no entanto como valor máximo do diâmetro longitudinal, 38,44 mm e o valor mínimo 24,89 mm, bem como 35,74 mm e 25,20 mm para diâmetro transversal (Comprimento). Valores médios equivalentes aos encontrados no presente trabalho.

As amostras de mangabas submetidas ao processo de secagem tiveram valores de Comprimento Maior (CM), Comprimento Menor (CMn) e Diâmetro (D) medindo 24,50mm, 22,40mm e 11,0 mm respectivamente, representando em torno de 21 a 32% de encolhimento. Assim como para as avaliações da massa total da mangaba seca a literatura se mostra escassa para estudos que destaque os sobre os parâmetros de comprimento e diâmetro de frutos após o processo de secagem. Couto (2015) em seus estudos do processo de secagem de frutos do cerrado em secador de bandejas com circulação forçada de ar, encolhimento em torno de 80% e 49% para o araticum e o pequi respectivamente, desidratados.

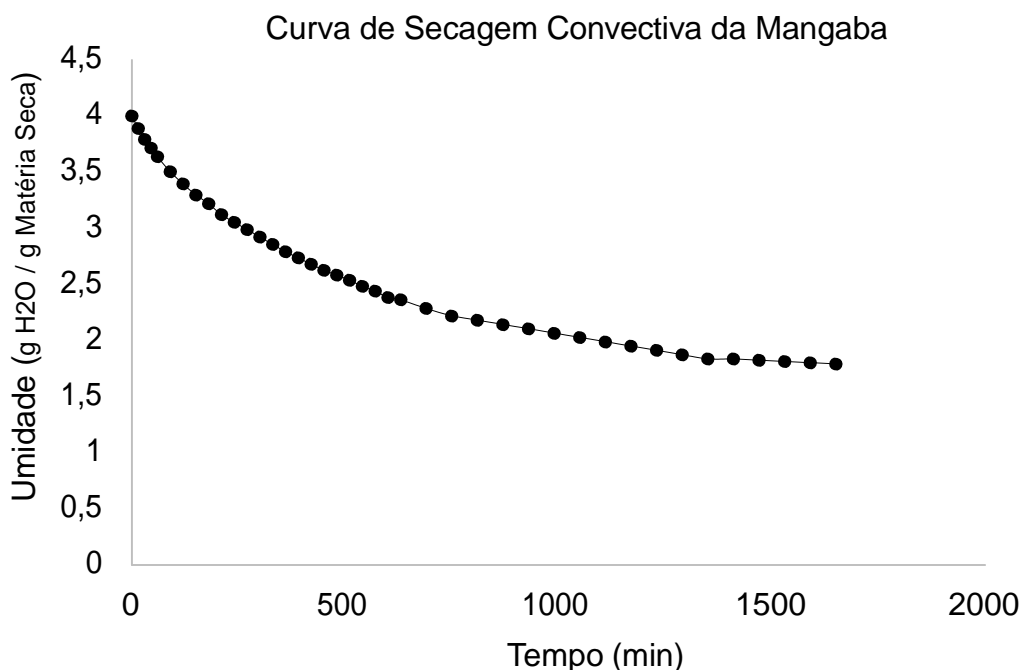
Um dos efeitos mais nítidos do processo de secagem nos alimentos é o encurtamento. Couto (2015), relata que o encolhimento é explicado pelo fato de que a remoção da água durante a desidratação diminui a tensão exercida pelo líquido nas paredes celulares do produto, provocando a contração volumétrica. Córdova (2006), afirma que a impregnação de solutos na superfície dos alimentos forma uma camada superficial que evita o encolhimento excessivo do tecido durante o processo, o que proporciona melhor textura ao produto. A desidratação reduz os espaços intracelulares assim, a matéria seca ocupa o lugar que anteriormente era ocupado pela água (AFONSO JR et al., 2003).

5.2 Curva de Secagem da Mangaba

A partir dos testes preliminares feitos com frutos de mangabas inteiros e sem a pré-tratamento osmótico, baseando-se no tempo e no aspecto visual do produto ficou decidido realizar as demais análises a partir dos frutos submetidos ao pré-tratamento osmótico. Os frutos de mangabas inteiros demoraram em torno de 44 horas, tempo bem superior aos 1650 minutos (27h30min) observados para o experimento com pedaços de mangabas submetido ao pré-tratamento osmótico. Os resultados obtidos a partir do processo de secagem convectiva dos pedaços dos frutos da mangaba submetida ao pré-tratamento osmótico e desidratada em estufa de secagem com circulação de ar forçada (secador de bandejas a 65°C), estão apresentados na figura

7. A curva de secagem foi formada pela relação entre a Umidade (g H₂O / g Matéria Seca) versus o tempo de operação.

Figura 5 - Variação Umidade (g H₂O / g Matéria Seca) durante a secagem por convecção a 65 °C, em função do tempo de secagem.



Fonte: Do Autor

Através da curva de secagem convectiva da mangaba é possível observar a perda de umidade mais rápida no início do processo de secagem até os 60 minutos de processo. Durante este estágio do processo de secagem o teor de umidade maior permite que a secagem se processe com maior rapidez pois grande parte da umidade está livre na superfície a mangaba. Após a primeira hora de secagem os frutos da mangaba apresentam um comportamento constante de perda de umidade até os 630 minutos de secagem. Para Celestino (2010) este ponto caracteriza o fim do período de secagem constante, e a umidade neste ponto, é conhecida como umidade crítica, onde é perceptível uma tendência de estabilização da umidade até os 1350 minutos de processo.

De acordo com Santos (2011), neste período a remoção de água se torna mais difícil a medida que o produto vai ficando mais seco em virtude da água está mais presa aos capilares. A partir deste ponto, a umidade do produto diminui até alcançar a umidade de equilíbrio para as condições de temperatura e humidade relativa do ar.

Este comportamento revela que a mangaba apresenta diferenças em relação a outras frutas tropicais por requerer um tempo de secagem maior Aquino (2013) avaliando curvas de secagem de banana em temperaturas de 50, 60 e 70°C obteve tempos de secagem variando entre 2.657, 1.856 e 1494 minutos respectivamente.

Silva (2015) avaliando os processos combinados osmo-convectivos assistidos por ultrassom para a desidratação da mangaba (*Hancornia speciosa*) em temperaturas de 60°C e pré-tratamento osmóticos de diferentes concentrações, obteve curva muito similar a este trabalho ao avaliar o tratamento 60ºbrix, nas demais concentrações encontrou tempos acima de 2000 minutos de secagem.

Após os estudos com secagem do pedúnculo do caju desidratado em temperaturas e velocidade de ar diferentes, Machado et al. (2011) concluiu que a velocidade do ar, embora exerça influencia no processo, não é o parâmetro controlador da secagem. Este mesmo autor, relata ainda que, o tempo de secagem diminui significativamente com aumento da temperatura e com a diminuição da espessura das fatias de pedúnculo de caju. Mostrando-se que a temperatura e a espessura dos produtos submetidos ao processo de secagem são fatores limitantes no tempo final de secagem.

5.3 Avaliações Físico-químicas

5.3.1 Composição Centesimal

Na tabela 4, o teor de umidade inicial da mangaba *in natura* foi de 80,04%, este valor encontra-se de acordo como os estudos de Lopes et al. (2015) que relataram teores de umidade de 81,43% para frutos de *Hancornia speciosa* Gomes provenientes do Cerrado. Valores similares aos observados por Machado (2009) para pedúnculo de caju *in natura* (86,03%). Este mesmo autor obteve teor de umidade de 8,56% para amostras de pedúnculo de caju seca nas mesmas condições de temperaturas do presente estudo. Estes valores são inferiores ao valor médio obtido no presente estudo, que foi de 13,69% de umidade para mangaba seca a temperatura de 65°C.

Tabela 4 - Composição Centesimal dos pedaços de frutos das mangabas *in natura* e pós secagem submetido ao pré-tratamento osmótico.

Parâmetros	Amostras	
	M <i>In</i>	MS
Umidade (%)	80,03±0,20a	13,69±0,70b
Cinzas (%)	0,41±0,01b	0,95±0,01a
Proteínas (%)	0,55±0,09b	0,99±0,15a
Atividade de água (Aa)	0,98±0,01a	0,62±0,01b
Açúcar totais (g.100 ⁻¹ g)	-	58,95±4,58
Açúcar redutores (g.100 ⁻¹ g)	8,21±0,35b	36,28±1,74a

*Valores médios mais desvio padrão. *Mangaba *in natura* (**M *In***); Mangaba Seca (**MS**).

*As médias seguidas pela mesma letra na mesma linha não diferem estatisticamente entre si. *Foi aplicado o Teste T *student* ao nível de 5% de probabilidade.

Santos (2016) em seus estudos sobre análises físico-químicas do caqui *in natura* e desidratado, obteve valores médio de 83,02 e 15,86 % de umidade respectivamente. Ambos resultados estão de acordo com a resolução nº. 12 de 1978, onde expõe que as frutas secas ou dessecadas devem conter um máximo de 25% p/p de umidade.

O pré-tratamento osmótico seguido da secagem convectiva, permitiu a concentração dos nutrientes no produto final. Como pode ser observado na tabela 4, os teores médios de Proteínas (0,99%) e Cinzas (0,95%) aumentaram consideravelmente nas amostras de mangaba após o processo de secagem. Esta relação também foi observada nos estudos de Machado (2009) e Santos (2016) ao avaliar o teor médio de proteínas no pedúnculo de caju e no caqui desidratados, respectivamente. Lopes et al. (2016), avaliando polpa dos frutos da mangaba oriundos do cerrado goiano, obteve valores médios de 1,61% de proteína e 0,42% de Cinzas, os teores de proteínas são superiores que os encontrados no presente estudo (0,55%), por outro lado, os teores médios de cinzas relatado pelo referido autor é muito similar ao observado neste trabalho (0,41%).

É importante reforçar, que as frutas por seu caráter biológico, apresentam muitas alterações na sua composição, que levam a modificação dos nutrientes em função das características próprias de cada cultivo, das variedades, das condições climáticas, do estágio de maturação, das condições de processamento e da parte considerada (MOURA, 1995; apud SANTOS et al. 2016).

5.3.2 Açúcares Redutores (AR) e Açúcares Solúveis Totais (AST)

A quantificação do teor de açúcares individuais é importante quando se objetiva avaliar o grau de doçura do produto, pois o poder adoçante desses açúcares é variado e aumenta na sequência glicose, sacarose e frutose (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Os açúcares redutores são compostos em sua maioria por Glicose e frutose. Na Tabela 4, os valores encontrados para a mangaba seca ($36,28\text{g} \cdot 100^{-1}\text{g}$) foram superiores aos encontrados para a mangaba *in natura* ($8,21\text{g} \cdot 100^{-1}\text{g}$), esta diferença pode ser atribuída a concentração dos compostos através do processo de secagem. Entretanto, o pré-tratamento osmótico com soluções saturadas de sacarose a 65°C também influi diretamente no resultado. Isto pode ocorrer devido a degradação da sacarose em soluções ácidas e temperatura constante. Souza (2002), avaliando o processo de desidratação osmótica de banana, relatou que os valores de açúcares redutores e totais obtidos em seu estudo não diferiram entre si, atribuindo o fato ao baixo pH ($\text{pH}=3,0$), devido à adição de ácido cítrico, e ao uso de alta temperatura (65°C) durante a osmose e secagem. O que favoreceram a hidrólise da sacarose adicionada ao xarope, elevando desta forma o conteúdo de açúcares redutores.

Contudo, Machado (2009), estudando os processos de secagem do pedúnculo do caju em secador convencional de bandeja na temperatura 65°C , obteve valores de 8,32% para amostras *in natura* e de 16,13% para amostras secas. Conforme o autor, o pedúnculo do caju apresentou o incremento nos teores de açúcares redutores em relação ao produto *in natura* devido à perda de água durante o processo de secagem. Os estudos de Machado (2009) e Souza (2002), ratifica no presente estudo, os valores médios obtidos para mangaba seca submetida ao processo de desidratação osmótica em solução de sacarose a 65°C .

De acordo com Demiate et al (2002), a presença de sacarose em um alimento, processado ou não com tratamento térmico, é acompanhada com a presença de glucose e frutose em maior ou menor grau. A Tabela 4 apresenta um valor médio de $58\text{g} \cdot 100^{-1}\text{g}$ de açúcares solúveis totais para frutos de mangaba desidratados após o pré-tratamento osmótico.

Comparando o resultado observado para mangaba desidratada com outras frutíferas tropicais, Machado (2009), avaliando a secagem de pedúnculos de caju relatou valor médio de 8,74% para o pedúnculo de caju *in natura* e 18,85% após o

processo de secagem a 65°C. Este fato pode ser atribuído ao efeito da remoção de água em função da secagem.

5.3.3 pH

Observando a tabela 5 percebe-se que o valor de pH encontrado nos frutos da mangaba *in natura* (3,08) e mangaba seca (3,04) não diferiram estatisticamente entre si.

Estudos observados, como o Souza et al. (2007), ao avaliar a qualidade pós-colheita de frutos de diferentes clones de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) provenientes do Jardim Clonal da EMEPA-PB, encontraram valor médio de 2,99 para pH dos diversos Clones de *Hancornia speciosa* proveniente da BAG-EMEPA, resultado que foi inferior ao relatado no presente trabalho. Perfeito et al. (2015) obteve valores superiores avaliando frutos de *Hancornia speciosa* Gomes adquiridos na Estação Experimental da Universidade Estadual de Goiás, os autores relataram valores médios de 3,47, 3,79, e 3,97 para frutos nos estádios de maturação Verde, Semi-maduro e Maduro, respectivamente. Lopes et al. (2015) também relataram valores médios de pH (3,74) superior a este trabalho, ao avaliar frutos de mangaba *Hancornia speciosa* Gomes proveniente do cerrado goiano.

Tabela 5 - Análises físico-químicas de pedaços de frutos da mangaba *in natura* e pós secagem convectiva submetido ao pré-tratamento osmótico

Parâmetros	Amostras	
	M In	MS
pH	3,08±0,07a	3,04±0,04a
Acidez Total T (% ácido cítrico)	1,32±0,05b	2,40±0,02a
Sólidos Solúveis (°Brix)	21,0±0,0b	75,33±0,58a
SS/ATT (Ratio)	15,86±0,55b	31,43±0,77b

*Valores médios mais desvio padrão. *Mangaba *In natura* (**M In**); Mangaba Seca (**MS**). *As médias seguidas pela mesma letra na mesma linha não diferem estatisticamente entre si. *Foi aplicado o Teste T *student* ao nível de 5% de probabilidade.

Pê et al. (2015) ao avaliar as características físico-químicas do mamão “Formosa” *in natura* e desidratado a 50°Brix e seco a 50°C, encontrou resultado similar ao presente estudo, com valores de pH de 5,07 e 5,01 para fruta seca e desidratada

respectivamente. Entretanto, no estudo de Aquino (2013) os parâmetros de pH para banana-passa pré-tratados osmoticamente e seca, a temperaturas de 50, 60 e 70°C mostraram diferenças significativas, tanto quanto, Pessoa (2011) ao avaliar a goiaba-passa no estágio de maturação maduro, desidratadas osmoticamente nas concentrações de 40 e 50°Brix e seca em temperaturas variando de 40 a 70 °C em estufa de circulação a ar. Estes autores relataram aumento no pH à medida que a temperatura aumenta, independente do pré-tratamento osmótico.

5.3.4 Acidez Titulável

A acidez total titulável (ATT) das amostras de mangaba *in natura* (1,32mg/100g) e mangaba seca (2,40mg/100g) vistos na (Tabela 5) apresentaram diferenças significativas entre si. Os resultados médios para mangaba *in natura* foram inferiores aos observados por Souza et al. (2007) que obtiveram uma média geral de 1,77% de acidez, entre os diversos genótipos de mangabeira estudados. Vidal (2010) avaliando genótipos de mangaba *Hancornia speciosa* Gomes nativos do litoral cearense, obteve teores variando de 1,55% a 2,24%.

Lopes et al. (2015) encontraram teores de 0,89 gramas de ácido cítrico /100g de frutos, em seus estudos com *Hancornia speciosa* Gomes proveniente do cerrado goiano. Perfeito et al. (2015), relataram que não houve diferença significativa na acidez ($p < 0,05$) dos frutos nos estágios de maturação semi maduro e maduro, com valores abaixo dos encontrados no presente trabalho.

Machado (2009) estudando a secagem do pedúnculo do caju em sistemas convencional e solar obteve valores médios de ácido cítrico de 0,49% para frutos *in natura* e 0,83% para amostras seca a temperaturas de 65 °C. O referido autor concluiu que o aumento do teor de acidez total titulável se deve a perda de água durante o processo secagem, tendo como consequência a concentração dos nutrientes no produto seco.

Pê et al. (2015) obteve relação parecida no estudo das características físico-químicas do mamão *in natura* e desidratado em temperaturas de 50 e 70°C, com teores de 0,20 0,43 e 0,48% respectivamente. Os valores encontrados corroboram os resultados obtidos no presente estudo, onde os percentuais médios de acidez da mangaba seca, foram superiores aos encontrados nas amostras de mangaba *in*

natura. Os resultados apresentados na Tabela 5 encontram-se de acordo com a Instrução Normativa nº 01 de janeiro de 2000 (BRASIL, 2000) que estipula valor mínimo de acidez em polpa de mangaba de 0,7%.

5.3.5 Sólidos Solúveis

Os teores de sólidos solúveis estão relacionados com o teor de açúcares presentes nas plantas, embora outras substâncias, em menores proporções, também estejam dissolvidas. Durante a maturação o teor de sólidos solúveis totais tende a aumentar devido a biossíntese de açúcares solúveis ou a degradação de polissacarídeos (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

As amostras de mangaba *in natura* apresentaram média inferior para teor de sólidos solúveis (21,0°Brix) ao valor médio observado para mangaba seca a 65°C (75,5°Brix). Nota-se que todas as amostras estão de acordo com o regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de frutas (PIQ), regulamentado pelo MAPA, o teor de SS para polpas de mangaba deve conter no mínimo 8,0 (BRASIL, 2000).

O teor de sólidos solúveis da mangaba seca submetida ao pré-tratamento osmótico (75,0°Brix) triplicou em relação as amostras de mangabas *in natura* (21,0°Brix). Durante o pré-tratamento osmótico ocorre uma troca entre o fruto e a solução hipertônica, os solutos passam por difusão da solução para o fruto a medida que a umidade do fruto é removida por osmose. Machado (2009) avaliando a composição físico química de pedúnculos de caju desidratados em secador convencional, obteve valores de 11,74°Brix e 19,53°Brix para amostra *in natura* e secas a 65°C respectivamente. Pê et al. (2015) obteve aumento em dobro para mamões desidratados a 50°C (46,0°Brix) e o triplo para mamões desidratados a 70°C (77,00°Brix).

Vidal (2010) em seus estudos sobre os genótipos de mangaba *Hancornia speciosa* gomes, nativo do litoral cearense, obteve variação média de 17,30°Brix a 24,40°Brix com média geral de 20,03°Brix entre todos os genótipos estudados. Estes valores confirmam a tendência da mangaba apresentar alto teor de sólidos solúveis independentemente da localização cultivada. Soares et al. (2012) Avaliando genótipo de mangaba proveniente da mesma região dos frutos utilizados neste estudo,

relataram uma média geral de 17,23° °Brix mostrando-se inferiores aos teores de sólidos solúveis obtido para as amostras de mangaba *in natura*. Rufino et al. (2008) e Lopes et al. (2015) relataram valores de 21,5 °Brix e 18,87°Brix respectivamente, para frutos de mangabas.

Perfeito et al. (2015), avaliando os frutos de mangaba *Hancornia speciosa* proveniente do cerrado goiano, os autores observaram que o aumento do teor de sólidos solúveis é bem caracterizado conforme procede a maturação do fruto. As substâncias dissolvidas, principalmente açúcares, tendem a aumentar com a maturação, o que caracteriza a doçura do fruto (PERFEITO et al. 2015).

5.3.6 Relação SS/ATT

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), a relação SS/ATT é mais representativa que a medição isolada de açúcares ou da acidez, pois esta relação além de dar uma boa ideia do equilíbrio entre estes dois componentes, indica o sabor do fruto. Para o mercado de fruto *in natura* e/ou processado, a relação SST/ATT elevada é desejável (SOUZA et al., 2007). Neste contexto, a relação desenvolvida para mangabas secas pré-tratados osmoticamente revelou um valor médio de 31,42, sendo consideravelmente superior as amostras de mangaba *in natura*. Tal superioridade pode ser atribuída ao pré-tratamento osmótico com solução de sacarose na concentração de 65°Brix. As amostras de mangaba *in natura* tiveram valores médio de 15,85, inferior ao encontrado para a mangaba seca (31,42) como pode ser visto na Tabela 5.

Souza et al. (2007) avaliando as características físicas de mangabas oriundas do Jardim da Clonal da EMEPA (João Pessoa, PB), obtiveram valores médios de 9,85 para diversos genótipos de *Hancornia speciosa* Gomes. Nota-se portanto que este resultado é consideravelmente inferior ao relatado neste estudo. Entretanto Rufino (2008), avaliando frutos oriundos do município de Ipiranga, Piauí, obteve valores acima da média do presente estudo chegando a valores de 35,51.

Silveira (2008) citado por Vidal (2010), explica que quanto maior for esta relação, mais representativa é a quantidade de sólidos na forma de açúcares em relação a quantidade de ácidos orgânicos no fruto, ou seja, os frutos de mangabeira avaliados neste trabalho têm baixo teor de ácidos orgânicos.

5.3.7 Atividade de água

Na tabela 5 as amostras de mangaba *In natura* apresentaram Aa de 0,9 e para as amostras de mangabas pré-tratados em solução osmótica seguida de secagem convectiva a 65°C de 0,62. Percebe-se que os valores encontrados para as amostras de mangaba *in natura* e seca reportam diferenças significativas.

Carnelossi et al. (2004), avaliando as características físico-químicas de frutos recém-colhidos de mangaba em estágio de maturação de “de caída” e “de vez” na região de Itaporanga D Ajuda/SE, onde obtiveram valores médios de 0,98, ratificam os resultados encontrados no presente estudo.

Alimentos com Aw superior a 0.90 estão mais susceptíveis a deterioração uma vez que as soluções diluídas servem de substrato (GARCIA, 2004). Estas condições explicam o alto índice de perecibilidade dos frutos de mangaba *in natura*.

De acordo com Celestino (2010), alimentos apresentando Aa próximas a 0.6, podem apresentar pequeno ou nenhum crescimento de microrganismos. Os valores médios de Aa encontrados para os frutos de mangaba pré-tratados osmoticamente e secos em estufa de circulação de ar forção a 65°C, neste trabalho foi de 0,62. A média obtida no presente estudo foi superior aos estudos de Córdova (2016), onde obteve valores médios de 0,53 para maçãs comercial e industrial com pré-tratamento osmótico e secos a temperatura de 60°C. Entretanto, Pê et al. (2015) avaliando mamão “Formosa” *in natura* e após secagem convectiva, relataram valores médios de 0,99 para frutos *in natura* e 0,77 para frutos desidratados na temperatura de 70 °C. Desta forma, os valores médios de atividade de água para mangaba após a secagem (0,62) pode garantir a estabilidade do produto contra a deterioração microbiológica.

5.4 Compostos bioativos

A Tabela 6 apresenta os valores médios para ácido ascórbico, os pigmentos clorofila, carotenoides, assim como, para flavonoides amarelos, compostos fenólicos e atividade antioxidante pelo método DPPH.

Tabela 6 Compostos Bioativos e Atividade antioxidante de pedaços de frutos da mangaba *in natura* e pós secagem submetido ao pré-tratamento osmótico.

Parâmetros (mg/100g)	Amostras	
	<i>M In</i>	MS
Ácido Ascórbico	153,65±9,04a	51,22±5,22b
Clorofila	0,41±0,11b	0,97±0,28a
Carotenoides	0,36±0,18b	1,15±0,14a
Flavonoides Amarelos	8,52±0,12b	23,77±1,16a
Polifenóis Extraíveis Totais	95,00±6,8b	152,76±3,9a
AAT (g de polpa/g DPPH)	1107,36±121,6b	1395,28±98,56a

*Valores médios mais desvio padrão. *Mangaba *In natura* (**M In**); Mangaba Seca (**MS**). *As médias seguidas pela mesma letra na mesma linha não diferem estatisticamente entre si. *Foi aplicado o Teste T *student* ao nível de 5% de probabilidade.

5.4.1 Ácido Ascórbico

Os frutos de mangabas *in natura* apresentaram o dobro do teor de vitamina C encontrados nos frutos submetidos ao pré-processamento osmótico e seco a 65°C. Os valores observados na tabela 6 foram semelhantes aos encontrados por Rufino et al. (2010), que relataram teores médios de 190mg/100g de mangabas oriundas da região de Ipiranga no Piauí. Assim como, aos resultados obtidos por Vidal (2010), ao estudar genótipos de mangabeiras nativos da região litorânea cearense. O referido autor reportou em seus estudos, uma média geral de 183,81 mg/100g, com genótipos atingindo o teor máximo de 269,66mg/100g de fruta e mínimo de 133,07mg/g de fruta *in natura*. Ao avaliar a polpa *in natura* de mangaba verde-madura (“de vez”) proveniente de Sergipe, Carnelossi et al. (2004), apresentou um teor elevado de 252,7 ± 7,5 mg/100 g de ácido ascórbico. Os teores de ácido ascórbico nas frutas geralmente sofrem influência de fatores ambientais como condições do solo, chuvas e, grau de maturação. Souza et al. (2017) estudando diversos genótipos de Mangaba oriundo da

Banco de Germoplasma da EMEPA paraibana, local onde foram coletados os frutos do presente estudo, relatou valores médio de 160,34mg/100g de fruta *in natura*.

Os pedaços de frutos de mangaba submetida ao processo de secagem convectiva a 65°C após o pré-tratamento osmótico apresentaram valores médio de 51,22mg/100g, inferior ao observado para os frutos *in natura* 153,65mg/100g. Silva (2015) avaliando processo combinados osmo convectivos assistidos por ultrassom para a desidratação da mangaba concluiu que os conteúdos de vitamina C nos frutos *in natura*, *in natura* “de vez” e maduro e os que sofreram pré-tratamento osmótico e posteriormente secos não apresentaram diferenças significativas em relação aos frutos *in natura*, a autora relata ainda que os frutos submetidos à secagem convectiva apresentaram perda significativa dos teores de vitamina C quando confrontados com os dados obtidos para os pré-tratamentos.

De acordo com Damodaram et al. (2010), a alta solubilidade da vitamina c em soluções aquosas podem gerar perdas significativas por lixiviação a partir do corte ou descascamento de frutas e vegetais. Outras vias de degradação da vitamina C incluem, mudança de pH e degradação oxidativa catalisada por metais.

Observando o comportamento da vitamina C em outras frutíferas submetidas ao processo de secagem, nota-se a elevação do teor de vitamina C em pedúnculos de caju por Machado (2009), em seus estudos a amostra *in natura* apresentou teor médio de 247,48mg/100g, quando submetido a secagem em temperatura 65°C, o autor encontrou valores de 318,11. Desta forma conclui-se que o teor de vitamina C tende a diminuir a medida que se eleva a temperatura de secagem.

Mendes et al. (2013) estudando características físico-químicas das laranjas *in natura*, *in natura* seca e desidratada osmoticamente e seca, observou que o teor de 415,6mg/100 do fruto *in natura* caiu consideravelmente quando submetido ao processo de secagem, apresentando 31,5mg/100g. Todavia, nas amostras tratadas osmoticamente apresentaram 37,3mg/100g perda ligeiramente inferior as amostras sem o pré-tratamento. Além do processamento térmico a agitação mecânica propicia a redução do teor da vitamina C uma vez que, durante o processo de agitação, há incorporação de oxigênio com consequente oxidação dessa vitamina (Fernandes et al., 2007).

5.4.2 Clorofila

Observando os valores médios dos teores encontrados para mangaba *in natura* e seca na tabela 6, mostra que houve uma variação estatística ($p < 0,05$) entre os resultados obtidos. Contrariando a regra, o fruto de mangaba após o processo de secagem apresentou uma concentração maior (0,97mg/100g) desta substância quando comparada a mangaba *in natura*, (0,42mg/100g). O pré-tratamento osmótico pode ter exercido influência sobre a clorofilase, principal enzima catalisadora da degradação da clorofila.

De acordo com Damodaran (2010) a clorofilase é a única enzima conhecida por catalisar a degradação da clorofila: é uma esterase que, *in vitro*, catalisa a clivagem do fitol da clorofila e de seus derivados livres de magnésio (feofitina), formando clorofilídeos e feoforbídeos. A temperatura ideal de ação desta enzima varia entre 60 e 82,2 °C.

Além da ação enzimática, outros fatores pode atuar de forma isolada ou em parceria, promovendo a decomposição estrutural da clorofila. Entre eles, podem ser citadas as mudanças no pH causadas principalmente pelo acúmulo de ácidos orgânicos e outros compostos nos vacúolos, e a presença de sistemas oxidantes (Chitarra e Chitarra 2005).

Estudos sobre o aumento do teor de clorofila em frutas e vegetais desidratados na literatura são escassos. Entretanto, observando outros parâmetros que diretamente se relaciona com a clorofila como o pH, os frutos de mangaba submetidos ao pré-tratamento osmótico não mostraram diferenças significativas. Como pré-tratamento, os efeitos da desidratação por imersão-impregnação estão relacionados, principalmente, à melhoria de algumas propriedades nutricionais, sensoriais e funcionais do produto (DIONELLO et al. (2009),

De acordo com Lazarides et al., (1997) citado por Doniello et al. (2009), relatos na literatura mostram que parâmetros como a cor, o *flavour* e a textura de frutas e vegetais sensíveis à secagem ao ar, à desidratação a vácuo ou à liofilização, foram melhorados quando uma etapa prévia de desidratação osmótica foi utilizada. Torreggiane e Bertolo (2001), relataram aumento significativo da clorofila em fatias de kiwi submetida a pré-tratamento osmóticos em baixas temperaturas.

Comparando o teor médio de clorofila encontrado nos frutos de mangabeiras *in natura* com outras frutas nativas pode se observar valores inferiores, porém, muito

próximos as médias de 0,44mg/100g e 0,47mg/100g em de frutos de umbuzeiro provenientes do sistema orgânico e convencional (LIMA, 2016). Rufino et al. (2010), compostos bioativos de 18 frutos tropicais brasileiro, obteve valores médios variando de 0,9 a 21,5 mg/100g, para os extremos Jambolão e Jussara, respectivamente. Todos os resultados se mostram inferiores aos obtidos no presente estudo.

5.4.3 Carotenoides

A tabela 6 traz os valores médios de carotenoides obtidos para os frutos de mangaba *in natura* e frutos de mangaba pré-tratados osmoticamente e seguido de secagem convectiva a 65°C, nota-se uma diferença estatísticas ($p < 0.05$) para os dois experimentos. Os frutos de mangaba *in natura* apresentaram valor médio de 0,36mg/100g valores inferiores aos dos experimentos com os frutos de mangabas desidratados de 1,15mg/100g. Damodaram et al. (2010) cita que diversos fatores podem afetar a composição dos carotenoides como a maturação, grau de exposição a luz, clima, condições de colheita e o tipo de solo.

Avaliando genótipos de mangabeira nativos oriundo do litoral cearense, Vidal (2010), obteve valores médios de 0,4mg/100g sendo um valor inferior ao encontrado Rufino et al. (2010) avaliando frutos de mangaba oriundos de Ipiranga-PI, com média de 0,3mg/100g. Os valores observados para mangaba por ambos autores aqui citados foram similares ao observado no presente estudo.

Comparando o resultado da Tabela 6 com outros frutos da região, Lima (2016) estudando frutos de umbuzeiros cultivados de forma orgânica e convencional, obteve teores de 4,36 e 18,16mg/100g no estágio de maturação totalmente verde. Rufino (2010) avaliando frutos de Jussara, proveniente da cidade de São Paulo, relatou valores médio de 1,9 mg/100g.

Os carotenoides são relativamente estáveis ao processamento de frutas e vegetais. De acordo com Celestino (2010) os carotenoides sofrem modificações químicas por causa do calor, acrescenta ainda que quanto mais alta a temperatura maiores são as perdas. Entretanto, Damodaram et al. (2010) cita que produtos vegetais branqueados exibem um aumento relativo de carotenoides. Em contrapartida, o ar de desidratação expõe os carotenoides ao oxigênio, o que pode causar grande degradação destas substâncias.

Santos e Santana (2016) avaliando teor de carotenoides totais e potencial antimicrobiano de cascas de limão siciliano (*Citrus limon L. burm.*) submetidas a diferentes temperaturas de secagem, relataram correlação positiva entre os experimentos, nas temperaturas de secagem de 30, 40 e 50°C apresentaram os teores de 71, 113 e 115 µg/g respectivamente. Seus resultados comprovaram que a temperatura de secagem das cascas do limão pode influenciar o teor de carotenoides totais. Desta forma, o aumento do teor de carotenoides no presente estudo pode estar relacionado com a concentração de composto devido o processo de secagem.

5.4.4 Flavonoides Amarelos

Na tabela 6, os valores de flavonoides mostram uma correlação positiva entre os experimentos, o teor de flavonoide presentes nos frutos de mangabas submetido ao pré-tratamento com soluções de sacarose e secos a 65°C (23,77mg/100g) demonstrou um teor significativamente superior comparado a mangaba *in natura* que apresentou um teor de 8,52mg/100g. O valor encontrado para a mangaba *in natura* é inferior à média observado por Rufino et al. (2010) de (15mg/100g) e Vidal (2010) de (17,7 mg/100g), respectivamente, em frutos de mangaba da cidade Piauiense de Ipiranga e genótipos de mangabeira *in natura* nativos do litoral cearense, estes autores obtiveram valores superiores ao encontrados nos frutos de mangaba *in natura*.

Avaliando os valores da tabela 6 em relação a outros frutos nativos brasileiros, o presente estudo foi superior ao encontrado por Lima (2016), onde obteve valores de 2,38 mg/100g e 2,68mg/100g em frutos de umbuzeiro cultivado de forma orgânica e convencional, respectivamente, após 90 dias de armazenamento. Em seus estudos a autora conclui que tanto o avanço dos estádios de maturação quanto o armazenamento influem positivamente no conteúdo de flavonoides.

Valores médio semelhantes a este trabalho foram reportados por Rufino et al. (2010) para frutos de umbuzeiros (6,9mg/100g) e Acerola (9,6mg/100g). Silveira (2008) avaliando frutos de puçazeiro coroa de frade do litoral cearense relatou valor médio de 8,4mg/100g, ficando ligeiramente abaixo do valor médio observados para os frutos de mangaba *in natura*.

5.5 Polifenóis Extraíveis Totais (PET)

Os teores médios de Polifenóis Extraíveis totais (PET) para as amostras de mangabas *in natura* e mangaba seca pode ser observado na tabela 5. Os resultados apontaram diferença estatística entre as amostras analisadas, a mangaba *in natura* com 95,00mg/100g foi inferior ao valor médio encontrado para as amostras de mangabas pré-tratados osmoticamente e secas a 65°C que foi encontrado 152,76mg de CFT por 100g de fruto.

Vidal (2010) afirma que as amplitudes de variações elevadas dos resultados podem estar relacionadas as características ambientais nativas, genótipos e maturidade dos frutos. Em seus estudos com genótipos de mangabeira nativos do litoral cearense, apresentou valor médio superior ao deste trabalho, de 220,06 mg/100g. Rufino et al. (2009) e Lima (2011), relataram valores de compostos fenólicos muito superiores ao presente estudo, variando de 171,8mg/100g a 490 mg de EAG/100g para frutos de *Hancornia speciosa* Gomes provenientes do estado piauiense e oriundas do cerrado brasileiro, respectivamente.

Comparando o valor médio encontrado para mangaba *in natura* com outras frutíferas nativas pode-se observar valores inferiores à média de 18,65 a 20,82 mg/100g para tangerinas oriundas da região da Borborema na Paraíba (RODRIGUES, 2013). Estes valores são inferiores aos valores reportados por Oliveira et al. (2011), que observaram valores de 159,8 mg, 88,1mg e 59,8 mg de EAG/100g para goiaba, mamão e manga respectivamente, procedentes da Ceasa do Estado de Minas Gerais.

Machado et al. (2013) avaliando os efeitos do processamento e armazenamento em compostos fenólicos presentes em frutas e hortaliças submetida a temperaturas de aquecimento de 50 e 75 e durante 1, 2, 5 e 10 minutos, concluíram que, para a maior parte das amostras houve correlação positiva entre o tempo de exposição das amostras e a temperatura de 50°C. Ainda em seus estudos, com a elevação da temperatura para 75 °C estes mesmos autores notaram o acréscimo na extração dos compostos fenólicos para nectarina, repolho roxo, berinjela e kiwi. Entretanto, observaram redução nos níveis de compostos fenólicos para nectarina e manga nesta temperatura.

Falcão et al. (2007) afirma que o aumento da temperatura auxilia na extração dos pigmentos e também na sua transferência da casca para a polpa, quando for o caso. Vale salientar que a elevação da temperatura provoca a inativação das enzimas

que degradam os compostos fenólicos, deixando-os preservados. Os compostos fenólicos são metabólitos secundários sintetizados por plantas durante o desenvolvimento normal e em resposta a condições de estresse, tais como infecções, ferimentos, radiação ultravioleta (UV) (BALASUNDRAM et al. 2006; MACHADO et al., 2013). Valores superiores a todos citados neste estudo foi observado por Rufino et al. (2010) avaliando mangaba e outros frutos tropicais brasileiros, onde resultados de 169,0mg/100g foram observados para mangaba *in natura* e 935mg/100g para amostra de mangabas liofilizadas. Desta forma, os resultados relatados pelos referidos autores, demonstram a influência do processo de secagem sobre os compostos fenólicos presentes nos frutos de mangaba, objeto deste estudo.

5.6 Atividade Antioxidante (DPPH)

A partir dos valores médios de atividade antioxidante obtidos para os frutos de mangabas *in natura* e secas (Tabela 6), nota-se que a mangaba *in natura* foi mais eficaz na desativação do radical DPPH apresentando valores médios de 1107,3g de polpa/g de DPPH contra 1379,19g de polpa/g de DPPH EC50 para as amostras secas. A atividade antioxidante é tida como uma relação inversamente proporcional. Segundo Vidal (2010), a elevada atividade antioxidante significa que a capacidade de atuar como doador de hidrogênio é alta em menor volume da amostra.

Valores inferiores aos encontrados na Tabela 6 foram reportados por Vidal (2010), ao estudar genótipos de mangabeira provenientes do litoral cearense, em seus estudos foram observados valores variando de 3256,41 a 11004,61g de polpa/g de DPPH, ainda avaliando todos os genótipos estudados, o referido autor obteve média geral de 5792,66g de polpa/g de DPPH, ou seja, atividade antioxidante inferior ao encontrado no presente trabalho. Em outro estudo Assumpção et al. (2014) obteve EC50 foi 3050 g fruta/g DPPH.

Estudos observados por Rufino et al. (2010) onde valores de 890g de polpa/g de DPPH foram relatados para mangabas *in natura* proveniente do Piauí, se mostraram superiores em capacidade antioxidante aos aqui encontrados. Estes valores indicam que a mangaba avaliada no presente trabalho apresenta significativa capacidade de inativar radicais livres. Estes mesmos autores avaliaram frutíferas de outras regiões e observaram valores em EC50 de 1064 ± 162 , $906 \pm 78,2$, $938 \pm 46,9$ e

933g de polpa/g de DPPH para frutos de Cajá, Caju, Jambolão e Umbu respectivamente, valores semelhantes aos encontrados para este trabalho.

Uma relação semelhante ao referido estudo foi reportado por Mendes et al. (2013), avaliando as características físico-químicas das laranjas *in natura*, *in natura* seca e desidratada osmoticamente e seca a 60°C, foi relatado que os extratos das amostras das laranjas *in natura* e desidratadas pós pré-tratamento osmótico exibiram percentual de sequestro do radical livre DPPH acima de 70%, enquanto que os extratos das amostras de laranjas secas sem o pré-tratamento osmótico inibiram apenas 42,3% do radical DPPH. Face ao exposto, nota-se que há uma relação positiva entre o pré-tratamento osmótico e a redução dos efeitos da temperatura de secagem sobre os antioxidantes presentes nos frutos.

5.7 Correlação

A Tabela 7 apresenta os valores de correlações entre os compostos bioativos e a atividade antioxidante presentes nos frutos de mangaba *in natura* e desidratados após pré-tratamento osmótico. A correlação de Pearson poderá fornecer informações valiosas sobre a dinâmica entre atributos, potencializando a validade dos resultados.

Tabela 7- Teste de Correlações de Pearson e Probabilidades entre Atributos em frutos de mangaba *in natura* e desidratados após pré-tratamento osmótico.

	COLORO	CAROT	FLAVO	AA	FENOL	DPPH
COLORO	1	0,8613*	0,8313*	-0,8433*	0,8688*	0,8663*
CAROT	*	1	0,9441**	-0,9408**	0,9842**	0,9726**
FLAVO	*	**	1	-0,9947**	0,9869**	0,9732**
AA	*	**	**	1	-0,9741**	-0,9753**
FENOL	*	**	**	**	1	0,9789**
DPPH	*	**	**	**	**	1

** significativo ao nível de 1% de probabilidade. * significativo ao nível de 5% de probabilidade *Foi aplicado o Teste t aos níveis de 5 e 1%.

. As forças de (-) 1 a +1, expostas na Tabela 7, podem ser interpretadas como positiva e inversa (-), nenhuma (0,0), desprezível (0,01 a 0,09), baixa (0,10 a 0,29), moderada (0,30 a 0,49) substancial (0,5 a 0,69) e muito forte ($\geq 0,70$), conforme as sugestões clássicas de Davis (1976).

Nota-se portanto que houve correlação positiva entre o conteúdo de clorofila e carotenoides (0,8613*) assim como para o conteúdo de Flavonoides Amarelos

(FLAVO) (0,8313*), Fenólicos (0,8688*) e a atividade antioxidante pelo método DPPH (0,8663*). Entretanto os teores de clorofila mostraram correlação negativa e significativa quando comparado ao teor de Ácido Ascórbico, com até 5% de probabilidade para ambos. Já os carotenoides se mostraram positivos e significativamente correlatos com os flavonoides (0,9441**), comportamento semelhante ao observado quando comparado com os fenólicos (0,9842**) e DPPH (0,9726**).

Os flavonoides também mostraram correlação positiva e significativa para com os fenólicos e a atividade antioxidante, com 0,9869** e 0,9372**, respectivamente. O mesmo não foi observado quando comparado ao teor de Vitamina C, onde obteve correlação negativa e significativa de -0,9947**.

O teor de Compostos fenólicos e atividade antioxidantes pelo método DPPH mostraram correlação positiva e significava entre si (0,9789**), porém ambos apresentaram correlação negativa e significativa com a vitamina C com -0,9741** e -0,9753 respectivamente.

De acordo com Pereira (2009) citado por Vidal (2010), estudos tem verificado correlação positiva entre a atividade antioxidante total e os compostos fenólicos, fato observado neste estudo, sendo eles considerados os mais representativos entre as substancias com atividade antioxidante.

Observando o comportamento da Vitamina C frente aos demais compostos bioativos, nota-se uma correlação negativa e significativa para todos os demais compostos bioativos. Este comportamento entre a vitamina C e a atividade antioxidante pelo método DPPH já era esperado, visto que este método é inversamente proporcional, ou seja, quanto menor o valor maior será o seu poder antioxidante (VIDAL, 2010).

Conclui-se que o presente estudo apresentou correlações muito fortes ($\geq 0,70$) entre os compostos bioativos e a atividade antioxidante pelo método de DPPH, seja de forma positiva e ou negativa.

6 CONCLUSÕES

Os frutos da Mangabeira *Hancornia speciosa* Gomes provenientes da BAG-EMEPA/PB, apresentaram importantes aspectos de qualidade que devem ser considerados antes, durante e depois do processo de secagem. Com base nas características físicas os frutos da mangaba apresentaram variações de massa, comprimento e diâmetro.

O pré-tratamento com solução de sacarose a 65°Brix seguida de secagem convectiva a 65°C interferiu diretamente na composição física, físico-química e química do produto final.

A relação SS/ATT mostrou que os frutos de mangabas submetidos ao processo de secagem apresentaram excelente relação entre açúcares e ácidos orgânicos. Os frutos de mangaba submetido ao processo de secagem tiveram os teores de umidade e atividade de água reduzida para os limites determinados pela legislação.

As mangabas *in natura* apresentaram teores de vitamina C significativos quando comparado a frutos de mangabas proveniente de outras regiões. As amostras que sofreram pré-tratamento tiveram perdas consideráveis em relação as frutas *in natura*, porém, inferiores quando comparadas a outras frutas submetidas ao processo de secagem sem o pré-tratamento osmótico.

Os teores de clorofila nos frutos submetidos a secagem aumentaram em relação aos frutos *in natura*, o processo de secagem dos frutos de mangaba promoveu aumento da maioria dos compostos bioativos e de atividade antioxidante, exceto para teores de vitamina C e atividade antioxidante que foi ligeiramente reduzida. Entretanto os teores de Flavonoides e Compostos Fenólicos aumentaram significativamente nos frutos desidratados.

Pode-se concluir que o fruto *in natura* tem excelentes potencialidades nutricionais e o processo de desidratação osmótica mostrou-se uma técnica viável para o aproveitamento e agregação de valor ao fruto.

7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Baseando-se nos resultados favoráveis obtidos neste trabalho, seguem algumas sugestões para a continuidade e busca de novas perspectivas na área de estudo em questão:

- Realizar estudo sobre o tempo que leva para redução do látex da mangaba após a queda do fruto da planta mãe;
- Realizar estudos sobre o efeito do pré-tratamento osmótico da mangaba em diferentes concentrações e agentes osmóticos, associados a diferentes tipos de secagem;
- Realizar estudos acerca da utilização do secado solar para secagem dos frutos da mangaba;
- Realizar estudos sobre a cinética de secagem em diferentes temperaturas;
- Avaliar a influência do látex da mangaba no processo de secagem;
- Realizar estudos acerca dos efeitos de encolhimento da mangaba durante a secagem convectiva;
- Aplicação dos modelos matemáticos a cinética de secagem;
- Construção das isotermas de sorção da mangaba em diferentes temperaturas.
- Realizar estudos sobre a vida de prateleira do produto;
- Análise microbiológica antes e depois da desidratação;
- Realizar a análise sensorial do produto desidratado;

REFERENCIAS

AGROSEBRAE – **Frutas secas vêm ganhando o paladar da população**. Disponível em < <http://www.sebraemercados.com.br/frutas-secas-vem-ganhando-o-paladar-da-populacao/>> Acesso em: out de 2015.

AGUIAR, L. P. **β -caroteno, vitamina C e outras características de qualidade de acerola, caju e melão em utilização ao melhoramento genético**. 2001. 87 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2001.

ALMEIDA, F. de A. C.; GOUVEIA, J. P. G. de; ALMEIDA, F. de A. C.; SILVA, F. L. H. Avaliação da cinética de secagem em frutos de acerola. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v.6, n.1, p.145–151, 2006.

ALMEIDA, A. S. **Qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante total de pedúnculos de cajueiros e frutos de umbuzeiros nativos do semiárido do Piauí**. 2009. 186 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2009.

ALMEIDA, M. M. B.; SOUSA, P. H. M.; ARRIAGA, A. M. C.; PRADO, G. M.; MAGALHÃES, C. E. C.; MAIA, G. A.; LEMOS, T. L. G. Bioactive compounds and antioxidante activity of fresh exotic fruits from northeastern Brazil. *Food Research International*, v.44, p 2155-2159, 2011.

ALVES, R. E. et al... **A cultura da mangaba**. Aracaju. Embrapa Tabuleiros Costeiros, cap. 16, p.207 – 220, 2006.

ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; RUFINO, M. S. M. Prospecção da atividade antioxidante e de compostos com propriedades funcionais em frutas tropicais. *In CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA*, Cabo Frio. **Palestras e resumos...** Cabo frio, RJ: SBF/UENF/UFRRJ, p. 133 141, 2006.

ÂNGELO, P.M. JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos – Uma breve revisão. *Rev. Inst. Adolfo Lutz*, v. 661, n. 1, p. 232-240, 2007.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução CNNPA nº 12, de 1978**. Disponível em: < http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_78.pdf> Acesso em: 28 de out de 2015.

.AOAC – **Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis**. Washington D.C.: AOAC, 1018p. 2002.

ARAÚJO, I. A. de; FERREIRA, E.G.; SOARES, K. T.; FONTINÉLLI, I. S. C. **Mangabeira: Características Físicas de Frutos da Mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) Cultivada na Zona da Mata Paraibana**. 2009. Disponível em:<http://www.infobibos.com/Artigos/2009_2/Mangabeira/index.htm>. Acesso em: 17 de maio de 2017.

ARAÚJO, P. M de. **Estudo da desidração osmótica da cenoura (*Daucus carota* L.) em fatias** – Natal, RN, 2010. 122 f.: il. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química. 2010.

ASSUMPÇÃO, C. F.; BACHIEGA, P.; MORZELLE, M. C.; NELSON, D. L.; NDIAYE, E. A.; RIOS, A. O.; SOUZA, E. C. Caracterização, potencial antioxidante e estudo citotóxico de frutos de mangaba. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 7, p. 1297-1303, Julho 2014.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 18 th ed. Gaithersburg, M.D, USA. 2005

AVIDOS, M. F. D.; FERREIRA, L. T. **Frutos dos cerrados – preservação gera muitos frutos**. Disponível em: <<http://www.bioteecnologia.com.br/bio15/frutos.pdf>>. Acesso em: 26 de out de 2015.

BRASIL, **Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta**. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO, Gabinete do Ministro, Instrução Normativa Nº 01, De 7 De Janeiro De 2000. Brasília, DF. 2000

BALASUNDRAM, N.; SUNDRAM, K.; SAMMAN, S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial byproducts: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. **Food Chemistry**, v. 99, p. 191 – 203, 2006.

BERNARDES, N.R.; TALMIA, S. V.; SAMPAIO, S. H.; NUNES, C. R.; ALMEIDA, J. A. R.; OLIVEIRA, D. B. Atividade antioxidante e fenóis totais de frutas de Campos dos Goytacazes RJ. **Perspectivas Online**, v.1, p.53-59, 2011. Disponível em: <http://www.seer.perspectivasonline.com.br/index.php/biologicas_e_saude/article/view/512>. Acesso: 28 de março de 2017

BEZERRA, V. S. **Tópicos em Análise de Alimentos** / Valéria Saldanha Bezerra. - Macapá: Embrapa Amapá, 19p. il.; 21 cm (Embrapa Amapá. Documentos, 50). 2003.

BRAGA, A. C. C.; SILVA, A. E.; PELAIS, A. C. A.; BICHARA, C. M. G.; POMPEU, D. R. Atividade antioxidante e quantificação de compostos bioativos dos frutos de abricó (*Mammea americana*). **Alimentos e Nutrição**, v.21, n.1, p.31-36, 2010.

BRAND-WILLIAMS, W.; CURVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Food Science and Technology**, Travandrum, v. 28, n.1, p. 25-30, Jan. 1995.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Brasília: Ministério da Saúde, 2005. 1017p.

BRASIL. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2005.

BRASIL. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

BRASIL, Ministério da saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), Resolução RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001. **Regulamento Técnico Sobre Os Padrões Microbiológicos para Alimentos**. Diário Oficial. Brasília, DF. 10 de janeiro de 2011.

BRUNAUER, S.; DEMING, L. S.; DEMING, W.E.; TELLER, E. On a theory of the van der Waals adsorption of gases. **Journal of the American Chemical Society**, v. 62, p. 1723-1732, 1940.

CASTRO, A. G. A. **A química e a reologia no processamento de alimentos**. Lisboa: Ciência Técnica. 295p. 2003.

CARDOSO, L. M.; REIS, B. L.; OLIVEIRA, D. S.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) from the Brazilian Cerrado: nutritional value, carotenoids and antioxidant vitamins. **Fruits**, v. 69, p. 89-99, 2014.

CANTILLANO, R. F. F.; CASTAÑEDA, L. M. F.; TREPTOW, R. O.; SCHUNEMANN, A. P. P. **Qualidade físico-química e sensorial de cultivares de morango durante o armazenamento refrigerado** / Rufino Fernando Flores Cantillano ... [et al.]. -- Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 29 p. -- (Embrapa Clima Temperado. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 75). 2008.

CARVALHO, M.P.S. de. **Construção do protótipo de um sistema osmótico com compensação automática de solução**. 2011.88f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, BA. 2011.

CATELAM, K. T. **Estudo da influência da proporção de um “mix” leite/polpa de maracujá na produção de pó obtido por três diferentes métodos de secagem** - São José do Rio Preto: [s.n.], 119 f.: il.; 30 cm. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas. 2010.

CELESTINO, S. M. C. **Princípios de Secagem de Alimentos**. – Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 51p. – (Documentos / Embrapa cerrados. ISSN online 2176-5081 276). 2010.

CODEVASF, Centro de Conhecimento em Agronegócios (PENSA). **Projeto integrado de negócios sustentáveis – PINS: cadeia produtiva de frutas secas/desidratadas**/ Centro de Conhecimento em Agronegócios (PENSA). - Brasília, DF: 36 p.: il.; 30cm. 2008.

CORDOVA, K. R. V. **Desidratação Osmótica e secagem Convectiva de Maçã Fuji Comercial e Industrial**. 2006. 140p. Dissertação (mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR, 2006.

COSTA, J. M. C.; MEDEIROS, M. F. D.; MATA, A. L. M. L.; Isotermas de adsorção de pós de beterraba (*Beta vulgaris* L.), abóbora (*Cucurbita moschata*) e cenoura (*Daucus carota*) obtidos pelo processo de secagem em leito de jorro: estudo comparativo. **Revista Ciência Agrônômica**, vol. 34, nº 1, 2003.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA, 2005.

CRONQUIST, A. **The evolution in classification of flowering plants**. 2ªed. Bronx: The New York Botanical Garden, 555p. 1988.

DAMODARAN, S.; FENNEMA, O. R.; PARKIN, K. L. **Química de Alimentos de Fennema**/ Srinivasan Damodan, Kirk L. Parkin, Owen R. Fennema: tradução de Adriano Brandelli ... [et al.]. – 4. Ed. – Porto Alegre: Artmed, 2010.

DAVIS, J. A. **Levantamento de dados em sociologia**. Rio de Janeiro: Zahar, 1976

DEMIATE et al. Determinação de Açúcares Redutores e Totais em Alimentos. Comparação entre Método Colorimétrico e Titulométrico. Publicatio UEPG – Exact and Soil Sciences, Agrarian Sciences and Engineering, v. 8, n. 1, p. 65-78, 2002. Disponível em: < <http://www.revistas2.uepg.br/index.php/exatas/article/view/772/677>> Acesso em 16 de maio de 2017.

DIONELLO, R. G.; BERBERT, P. A.; MOLINA, M. A. B.; PEREIRA, R. C.; VIANA, A. P.; CARLESSO, V. O. Secagem de fatias de abacaxi *in natura* e pré-desidratadas por imersão-impregnação: cinética e avaliação de modelos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 29(1): 232-240, jan.-mar. 2009.

EGEA, M. B.; LOBATO, L. P. A desidratação osmótica como pré-tratamento para frutas e hortaliças. **Rev Inst Adolfo Lutz**. São Paulo, 73(4):316-24. 2014

FALCÃO A. P. et al. Índice de polifenóis, antocianinas totais e atividade antioxidante de um sistema modelo de geleia de uvas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, p.637-642, 2007.

FELLOWS, P. **Food Processing Technology - Principles and Practice**. 2. Ed. Boca Raton: CRC Press; 2000.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do Processamento de alimentos; Princípios e Práticas**. Tradução: Florência Cladera Oliveira et al. 2 eds. Porto Alegre; Artmed, 602 p. 2006.

FERRO, J. H de. A.; LEMOS, E. E. P. de. FROEHLICH, A.; SOUSA, J. S.; FAUSTINO, G. L. Caracterização morfológica dos frutos de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) produzidos em alagoas. **Ciência Agrícola**, Rio Largo, v. 13, n. 1, p. 69-75, 2015.

FERNANDES, A. G.; MAIA, G. A.; SOUZA, P. H. M.; COSTA, J. M. C.; FIGUEIREDO, R. W.; PRADO, G. M. Comparação dos teores em vitamina C, carotenoides totais, antocianinas totais e fenólicos do suco tropical de goiaba nas diferentes etapas de produção e influência da armazenagem. **Alimentos e Nutrição**, v.18, p.431-438, 2007.

FONTENELE, M. A. **Conservação pós-colheita do bacuri sob condições ambiente e refrigeração associada a atmosfera modificada**. 138 f. il. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de tecnologia de Alimentos, Fortaleza – CE, 2007.

FRANCIS, F.J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (ed.). **Anthocyanins as food colors**. New York: Academic Press, p.181-207. 1982.

FRANCO, B. D. G. de M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia de Alimentos**. São Paulo: Atheneu, 182p. 1996.

FREITAS, M da. C. de S. **Estudo de desidratação osmótica como pré-tratamento à secagem de manga Tommy Atkins** – Belo Horizonte, 2009. 120 f. Dissertação (Mestrado) – Centro Universitário de Belo Horizonte (Uni - BH), MG, 2009.

FREITAS NETO, F. R de. **Estudo de um secador híbrido (solar-elétrico) para desidratação de frutas**. 2015 100f.: il. Dissertação Mestrado – Universidade federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia. Programa de pós Graduação em engenharia Mecânica. Natal, RN, 2015.

GARCIA, Denise M. **Análise de Atividade de água em alimentos armazenados no interior de granjas de integração avícolas**. 2004.50 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Faculdade de Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre 2004.

GARDUSI, F.; MENDES, L. G.; NOGUEIRA, G. D. R; SILVA, D. I. S.; BARROZO, M. A. S.; **"Secagem da casca da mexerica por irradiação infravermelha e comparação dos compostos bioativos desta *in natura* e após a secagem"**, p. 423-427. In: São Paulo: Blucher, 2014. Disponível em: < <http://bit.ly/2sh2P2c> > Acesso em 30 de maio de 2017.

GAVA, A. J. **Princípios de Tecnologia de Alimentos**. São Paulo: Nobel, 200 p. 2000.

GOMES, S. L. dos S. **Desenvolvimento e caracterização de geleia mista de maracujá e acerola**. – 2014. 48. il. Color. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação – Tecnologia de Alimentos) CTDR/UFPB. 2014.

GONÇALVES, A. A.; BLUME, A. R. Efeito da desidratação osmótica como tratamento preliminar na secagem do abacaxi. **Estudos tecnológicos** - Vol. 4, nº 2:124-134 (mai/ago 2008).

HIGBY, W. K. A simplified method for determination of some the carotenoid distribution in natural and carotene-fortified orange juice. **Journal of Food Science**, Chicago, v.27, p.42-49, 1962.

LARRAURI, J. A.; RUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 45, n. 4, p.1390-1393, 1997.

LAZARIDES, H. N.; GEKAS, V.; MAVROUDIS, N. Apparent mass diffusivities in fruit and vegetable tissues undergoing osmotic processing. **Journal of Food Engineering**, v. 31, n. 3, p. 315-324, 1997.

LEDERMAN, I. E.; SILVA JUNIOR, J. F.; BEZERRA, J. E. F.; ESPÍNDOLA, A. C. M. **Mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes)**. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 35p. (Série Frutas Nativas, 2).

LENART, A. Osmo-convective drying of fruits and vegetables: technology and application. **Drying Technology**, Philadelphia, 14 (2), 391-413, 1996.

LÉVIGNE, S.; THOMAS, M.; RALET, M.C.; QUEMENER, B.; THIBAUT, J.F. Determination of the degrees of methylation and acetylation of pectins using a C18 column and internal standards. **Food Hydrocolloids**, v. 16, p. 547-550, 2002.

LIMA, L. A. G.; MÉLO, E. A.; LIMA, D. E. S. **Fenólicos e carotenoides totais em pitanga**. **Scientia Agricola**, v.59, n.3, p.447-450. 2002.

LIMA, J. P. de. **Qualidade pós-colheita, atividade antioxidante “in vitro” e perfil volátil da mangaba (*Hancornia speciosa*) submetida a refrigeração e atmosfera modificada** – Lavras: UFLA 2011. 194p.: II. Dissertação (mestrado) – Universidade federal de lavras, 2011.

LIMA, G. V. M>; **Metabolismo antioxidativo e atividade biológica de látex de mangabeira (*Hancornia Speciosa* Gomes)** – Recife, 2014. 130 f.:il. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2014.

LIMA, J. P.; AZEVEDO, L. SOUZA, N. J.; NUNES, E. E.; BOAS, E. V. B. V.. First evaluation of the antimutagenic effect of mangaba fruit in vivo and its phenolic profile identification. **Food Research International**, v. 75, p. 216-224, September 2015a.

LIMA, J. P.; FANTE, C. A.; PIRES, C. R. F.; NUNES, E. E.; ALVES, R. R.; ELIAS, H. H. S.; NUNES, C. A.; BOAS, E. V. B. V.. The antioxidative potential and volatile constituents of mangaba fruit over the storage period. **Scientia Horticulturae**, v. 194, p. 1-6, October 2015b.

LIMA, T. M. DE C. **Qualidade e compostos bioativos de frutos de umbuzeiro cultivados sob sistema orgânico e convencional**. 57 p. 2016 - Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação - Tecnologia de Alimentos) CTDR / UFPB. 2016.
LEWICKI, P. P. The applicability of the GAB model to food water sorption isotherms. **International of Food Science and technology**, n. 32, p. 553-557, 1997.

LOPES, M. C. M.; SANTOS, M. R. G.; NOVAIS, M. R. C. G. **Caracterização nutricional e potencial antioxidante da mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes).** IV Congresso Estadual de Iniciação Científica do IF Goiano. 21 a 24 de setembro de 2015.

MACHADO, A. V.; **Estudo da secagem do pedúnculo do caju em sistemas convencional e solar: modelagem e simulação do processo** – Natal, 2009 126 f.: il. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Tecnologia. Programa de pós Graduação em engenharia Química. Natal, RN, 2009.

MACHADO, A. V.; OLIVEIRA, E. L.; SANTOS, E. S.; OLIVEIRA, J. A.; FREITAS, L. M. Estudo cinético da secagem do pedúnculo de caju e um secador convencional, **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, 6, p. 44 – 51, 2011.

MACHADO, W. M.; PEREIRA, a.A. D.; MARCON, M. V. Efeito do processamento e armazenamento em compostos fenólicos presentes em frutas e hortaliças. **Exatas Terra**, Ci. Agr. Eng., Ponta Grossa, 19 (1): 17-30, jan/jun. 2013. Disponível em <<http://www.revistas2.uepg.br/index.php/exatas>> Acesso em 30 de maio de 2017.

MACHADO, W. P.; PEREIRA, A. D.; MARCON, M. V. Efeito do processamento e armazenamento em compostos fenólicos presentes em frutas e hortaliças. Publ. UEPG **Exact Earth Sci., Agr. Sci. Eng.**, Ponta Grossa, 19 (1): 17-30, jan/jun. 2013 Disponível em <http://www.revistas2.uepg.br/index.php/exatas> acesso em 27 de maio de 2017.

MARTIM, Nelisa.S.P.P. **Estudo das características de processamento da manga (*Mangífera Indica* L.) variedade Tommy Atkins desidratada.**2006.75 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de tecnologia em alimentos, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2006.

MELO, E de A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G. de.; NASCIMENTO, R. da J. do. Capacidade antioxidante de frutas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v.44, n. 2, 2008.

MENDES, G. R. L.; FREITAS, C. H de.; SCAGLIONI, P. T.; SCHMIDT, C. G.; FURLONG, E. B. Condições para desidratação osmótica de laranjas e as propriedades funcionais do produto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.11, p.1210–1216, 2013

NOGUEIRA, C. M. C. da C. D. **Estudo químico e tecnológico da acerola (*Malpighia glabra* L.).** 1991. 117p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará – UFC, Fortaleza 1991.

NUNES, F. M; ABRAÃO, A. S; LEMOS, A. M; VILELA, A; SOUSA, J. M. Influence of osmotic dehydration process parameters on the quality of candied pumpkins. **Food and Bioproducts Processing**, v. 91, p. 481-494, 2013.

NUNES, J. S.; CASTRO, D. S.; MOREIRA, I. S.; SOUSA, F. C.; SILVA, W. P. Descrição cinética de secagem da polpa de jabuticaba usando modelos empíricos, **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, 9, p. 20 – 26, 2014.

MAIA, G.A.; OLIVEIRA, G. S. F. O.; FIGUEIREDO, R. W. **Tecnologia de processamento de sucos e polpas tropicais: matérias primas**. 1998. 224 f. Especialização (Especialização em tecnologia de processamento de sucos e polpas tropicais: matéria primas) ABEAS, Brasília, 1998.

MAIA, J. D. **Avaliação dos extratos bioativos de mangaba (*Hancornia speciosa*) utilizando processos a baixas e altas pressões**. 2016. 180 p. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos. Florianópolis, SC, 2016.

MALHEIROS, G. C. **Estudo da alteração da cor e degradação da clorofila durante armazenagem de erva mate tipo chimarrão**. 2007 104p.– Dissertação (mestrado), Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS, 2007.

MALTA, L. G.; GHIRALDINI, F. G.; REIS, R.; OLIVEIRA, M. V.; SILVA, L. B.; PASTORE, G. M. *In vivo* analysis of antigenotoxic and antimutagenic properties of two Brazilian Cerrado fruits and the identification of phenolic phytochemicals. **Food Research International**, Essex, v. 49, n. 1, p. 604-611, 2012.

MARQUES, L. G. **Liofilização de frutas tropicais**. 2008. 255p. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, SP, 2008.
MARQUES, L. G., SILVEIRA, A. M., FREIRE, J. T. "Freeze-drying characteristics of tropical fruits", "**drying Technology**", Vol. 24(1-7), pp. 457-463, 2006.

MARIANO, F. A. C.; BOLIANI, A. C.; NASSER, M. D.; TARSITANO, M. A. A.; PAGLIARINI, M. K. Produção de mangaba em passa como alternativa de renda para agricultura familiar. **Informações Econômicas**, SP, v. 43, n. 5, set./out. 2013.

MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G.; LEAL, F. L. L.; CAETANO, A. C. S.; NASCIMENTO, R. J. Capacidade antioxidante de hortaliças usualmente consumidas. **Revista de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.26, n.3, p. 639-644, julho/setembro, 2006.

MILLER, G. L. **Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugars**. Analytical Chemistry, Washington, v. 31, p. 426-428, 1959.

MOTTA, J. D. **Construção e avaliação de um colorímetro para produtos agrícolas**. 91 f. Dissertações (Mestrado em engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande. 2005.

MORAES, S. O.; RODRIGUES, V. C. **Secagem de Alimentos**. Ciência dos alimentos. Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura "Luiz Queiroz". Piracicaba, São Paulo. 2006. Disponível em:< <http://bit.ly/2qosesw> > Acesso em: 16 de abril de 2017.

NATALE, W., COUTINHO, E.L.M., PEREIRA, F.M., MARTINEZ JUNIOR, M., MARTINS, M.C. Efeito da adubação N, P e K no teor de sólidos solúveis totais de frutos de goiabeira (*Psidium guajava* L.). **Revista de Alimentos e Nutrição**, São Paulo, v.6, p.69-75, 1995.

NETO, C. J. F.; De FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. de M. Avaliação físico-química de farinhas de mandioca durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 5, n. 1, p. 25-31, 2003.

NUNES, J. S.; CASTRO, D. S.; MOREIRA, I. S.; SOUSA, F. C.; SILVA, W. P. Descrição cinética de secagem da polpa de jabuticaba usando modelos empíricos, **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, 9, p. 20 – 26, 2014.

OLIVEIRA, L. M. de. **Composição química e atividade antioxidante de frutos de *myrciaria frloribunda* (H. West ex Willd) O. Berg.** 2015, 80 f.; 30 cm. Dissertação (mestrado em Alimentos e Nutrição) – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

ORDÓÑEZ, J. A.; **Tecnologia de alimentos – componentes dos alimentos e processos.** v.1, artmed. 2005.

PARK, K. J. et al. **Conceitos de Processos e equipamentos de Secagem.** Campinas. V. 1. 2007.

PATIL, B. S.; JAYAPRAKASHA, G.K.; MURTHY, K.N.C.; VIKRAM, A. Bioactive Compounds: Historical Perspectives, Opportunities, and Challenges. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.57, n.18, p.8142-8160, 2009.

PÊ, P. R.; GOUVEIA, J. P. G.; DA SILVA, F. L. H.; SILVA, D. R. S.; SILVA, G. S.; DE CASTRO, D. S. Avaliação das características físico-químicas do mamão 'Formosa' in natura, osmo-desidratado e seco. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**. João Pessoa, v.9, n.3, p.17-21, jun. 2015.

PEREIRA, A. C. S. Qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante total de frutas tropicais e cítricas produzidas no Ceará. 2009. 122 f. Dissertação (Mestrado em Ciencia e tecnologia de Alimentos) – Universidade federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

PILNIK, W.; VORAGEN, A. G. J. Pectic substances and other uronides. In: HULME, A. C. (ed). **The biochemistry of fruit and their products**. New York: Academic Press, v.1, cap. 3, p. 53-87, 1970.

QUEIROZ, Y. S. **Alho (*Allium sativum*) e produtos:** atividade antioxidante in vitro durante a vida de prateleira. 2006. 128p. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.

RAO, M. A; RIZVI, S. S. H. **Engineering proprieties of foods**. Nova York: Marcel Dekker, 398 p. 1986.

RAWSON, A; TIWARI, B. K; TUOHY, M.G; O'DONNELL, C. P; BRUNTON, N. Effect of ultrasound and blanching pretreatments on polyacetylene and carotenoid content of hot air and freeze dried carrot discs. **Ultrasonics Sonochemistry**, p. 1172-1179, 2011.

ROCHA, W. S.; LOPES, R. M.; SILVA, D. B.; VIEIRA, R. F.; SILVA, J. P.; AGOSTINI-COSTA, T. S. Compostos fenólicos totais e taninos condensados em frutas nativas do cerrado. **Rev. Bras. Frutic.** Jaboticabal - SP, v. 33, n. 4, p. 1215-1221, Dezembro 2011.

RODRIGUES, A. M. **Qualidade de frutos de tangerineira Dancy' colhidos de plantas de diferentes municípios do território da Borborema**. 2013. 41 f.: il. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2013.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; PÉREZ-JIMENEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. **Metodologia Científica: Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS•+**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2006.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F.; MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidante capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v.121, p 996-1002, 2010.

SANTOS, I. P dos. **Parâmetro de qualidade na produção de abacaxi desidratado**. 2011. 134p. – Dissertação Mestrado – Programa de pós graduação em produção Vegetal no Semiárido. Universidade Estadual de Montes Claros – Janaúba, 2011.

SANTOS, M. L.; MACHADO, A. V.; ALVES, F. M. S.; COSTA, A. P. L. M. Estudo físico-químico de maçã desidratada em secador convectivo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, 8, n. 1, p.30, 2013.

SANTOS, J.F.V.; TOLENTINO 2, V. R.; BRANCO, C. V.; OLIVEIRA, L.F. **Caqui desidratado: elaboração, características físico-químicas e sensoriais**. XXV Congresso Brasileiro de Ciência e tecnologia de Alimentos. 24 a 27 de Outubro de FAURGS, Gramado/RS. 2016.

SANTOS, T. R. J. ; SANTANA, L. C. L. A. . **Teor de carotenoides totais e potencial antimicrobiano de cascas de limão siciliano** (citrus limon L. Burm.) Submetidas a diferentes temperaturas de secagem. In: XXV Congresso Brasileiro De Ciência E Tecnologia De Alimentos E X Cigr Section Vi International Technical Symposium, Gramado-RS. 2016.

SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. **Biochemistry of Fruit Ripening**. London: Chapman & Hall. 454p. 1993.

SILVA, M. R.; LACERDA, D. B. C. L.; SANTOS, G. G.; MARTINS, D. M. O. Caracterização química de frutos nativos do cerrado. **Ciência Rural**, v. 38, n.6, p. 1790-1793, 2008.

SILVA, J. S. **Secagem e armazenagem de Produtos agrícolas** [Livro] – Viçosa – MG : Aprenda Fácil, – 2ª Edição. 2008

SILVA, W. P.; MATA, M. E. R. M. C.; SILVA, C. D. P. S.; GUEDES, M. A.; LIMA, A. G. B.. Determinação da difusividade e da energia de ativação para feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), variedade sempre-verde, com base no comportamento da secagem. **Engenharia Agrícola**, v. 28, p. 325-333, 2008.

SILVA, F. V. G. da. **Maturação, compostos bioativos e capacidade antioxidante de frutos de genótipos de cajazeiras do BAG-EMEPA-PB**, João Pessoa: CT/UFPB, 165pg. (Tese de Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). 2010.

SILVA, J. M da. **Viabilidade do uso de secadores solar de convecção natural e forçada para a secagem do Coco Licuri**. 2012. 69f. : il. Dissertação (pós-graduação – Nível de Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Tecnologia. Programa de pós Graduação em engenharia Mecânica. Natal, RN, 2012.

SILVA, A. F. **Qualidade de frutos da laranjeira ‘mimo-do-céu’ (*Citrus sinensis* L. Osbeck va. Mimo), oriundos de diferentes épocas de colheita**. 2013. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenheiro de alimentos) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, Paraíba, 2013.

SILVA, D. I. S.; NOGUEIRA, G. D. R.; DUZZIONI, A. G. **Changes of antioxidant constituents in pineapple (*Ananas comosus*) residue during process**. Industrial Crops and Products SD. p. 557- 562, 2013.

SILVA, S. C. S. **Avaliação dos atributos de qualidade de mamão desidratado durante o armazenamento** – Salvador, 2014. 94 f.: il. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, 2014.

SILVA, A. L. **Processos combinados osmo-convectivos assistidos por ultrassom para a desidratação da mangaba (*Hancornia speciosa*)**– UNIT, 2015. 73 p. il.: 30cm. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos). Aracaju, SE, 2015.

SILVA, F. de A. S. e.; AZEVEDO, C. A. V. de. The Assistat Software. Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. Afr. J. **Agric. Res**, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016.

SILVA, A. A. L.; GARCIA, L. M.; SILVA, G. F.; LIMA, A. S.; ALSINA, O. L. S. **Desidratação osmótica da mangaba (*Hancornia speciosa*) assistida por ultrassom**. XX Congresso Brasileiro de Engenharia química, Florianópolis 2014a. Disponível em:< <http://bit.ly/2qxpxXp> > Acesso em 18 de maio de 2017.

SILVEIRA, M. S. **Efeitos da desidratação osmótica e desidratação osmótica assistida por ultrassom na secagem convectiva de cenoura (*Daucus carota* L.)** / Mariana Santiago Silveira. – 2014. 100 f. : il. color., enc. ; 30 cm. Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Química, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Fortaleza, 2014.

SOUZA, P. H. M. **Desidratação osmótica de banana com e sem vácuo com complemento de secagem em estufa de circulação de ar**. 2002. 106f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, 2002 disponível em: <<http://www.ppgcta.ufc.br/paulohenrique.pdf>> Acesso em 30 de maio de 2017

SOUZA, F. G. de. **Qualidade pós-colheita da mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) oriundas do jardim clonal da Emepa, PB**. 2004. 72 f. Dissertação (Mestrado em tecnologia de alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2004.

SOUZA, F.G. de et al. Qualidade pós-colheita de diferentes clones de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n. 5, p.1449-1454, set./out.2007.

SOUZA, T. S. de. **Desidratação osmótica de frutículos de jaca (*Artocarpus Integrifolia* L.): aplicação de modelos matemáticos** / Tatiana Sant'Anna de Souza. – Itapetinga, BA: UESB, 2007. 65p. Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB - Campus de Itapetinga. 2007.

SOARES D. S. C.; SANTOS, J. T. S.; CAMPOS, A. F. P.; COSTA, F. S. C.; NUNES, T. P.; JÚNIOR, A. M. O. Avaliação do tempo de congelamento da mangaba (*Hancornia Speciosa* Gomes) em ultrafreezer através dos modelos matemáticos de Planck e Pham. **Scientia Plena** VOL. 8, n. 4 2012.

SOARES, F. M. S. **Mangaba (Fruto)**. Conjuntura mensal CONAB Companhia Nacional de Abastecimento/Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Conjuntura mensal da mangaba Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/detalhe.php?c=40412&t=2#this>> Acesso em 20 de maio de 2017.

STAHL, W.; SIES, H. PACKER, L.; HIRAMATSU, M.; YOSHIKAWA, T. **Carotenoids: occurrence, biochemical activities, and bioavailability. Antioxidant food supplements in human health**. San Diego: Academic Press, p.183 198. 1999.

STAHL, W.; SIES, H. Bioactivity and protective effects of natural carotenoids. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular Basis of Disease**, v.1740, n.2, p.101–107, 2005.

STREIT, N. M.; CANTERLE, L. P.; DO CANTO, M. W.; HECKTHEUER, L. H. H. As Clorofilas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.3, p.748-755, mai-jun, 2005.

STROHECKER, R.; HENNING, H. M. **Analisis de vitaminas: métodos comprobados**. Madrid: Paz Montalvo, 428p., 1967.

TAKAHASHI, M. S.; RAVELLI A. S. Cinética da concentração osmótica de pêra. **Científica Ciências Exatas e Tecnologia**, Londrina, v. 4, p. 23-31, 2005. (UNOPAR).

TODA FRUTA – “**Matéria: Frutas de A a Z**”. Disponível em < www.todafruta.com.br> Acesso em 24 de outubro de 2015 as 15hrs23min

TOVANI BENSQUER. Comércio, Importação, Exportação e Representações Ltda. **Dossiê Antioxidantes**. Food Ingredients Brasil, n.6. 2009. Disponível em: <http://www.revista-fi.com/materias/83.pdf>. Acesso em: 28 de março de 2017.

TORREGGIANI, D.; BERTOLO, G. Pré-tratamentos osmóticos no processamento de frutos: efeitos químicos, físicos e estruturais. **Journal of Food Engineering** , v. 49, n. 2, p. 247-253, 2001.

TURINI, E. **Mangaba (Fruto)**. Conjuntura mensal CONAB Companhia Nacional de Abastecimento/Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Conjuntura mensal da mangaba. Disponível em: < <http://www.conab.gov.br/detalhe.php?c=43139&t=2#this>> Acesso em 20 de maio de 2017.

UFRGS – **Secagem de vegetais – Secadores de Bandeja**. Disponível em <<http://www.ufrgs.br/alimentus1/objetos/veg-desidratados/index.html>> Acesso em out de 2015.

VALENTE, A.; ALBUQUERQUE, T. G.; SANCHES-SILVA, A.; COSTA, H. S. Ascorbic acid content in exotic fruits: a contribution to produce quality data for food composition databases. **Food Research International**, Essex, v. 44, n. 7, p. 2237-2242, 2011.

VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, D. F. **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. Washington: American Public Health Association, 1992.

VANNUCCHI, H.; JORDÃO JUNIOR, A. Radicais Livres, antioxidantes e dieta. A importância das frutas e verduras. In: DE ANGELIS, R. C. **A importância dos alimentos vegetais na proteção da saúde: fisiologia da nutrição**. 2. Ed. São Paulo: Atheneu, P.195-203. 2005.

VIDAL, R. F. **Atributos de Qualidade e volume dos frutos recebidos em rede atacadista de Fortaleza**. 2007. 57 f. Monografia (graduação em Agronomia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

VIDAL, R. F. **Qualidade, Compostos Bioativos e Atividade antioxidante de genótipos de mangabeiras (Hancornia speciosa GOMES) nativos do litoral cearense**. 2010. 92 f. Dissertação (Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

VON ELBE J.H. Colorantes. In: FENNEMA, O.W. **Química de los alimentos**. 2. ed. Zaragoza : Wisconsin - Madison, Cap.10, p.782-799. 2000.

YEMN, E. W.; WILLIS, A. J. **The estimation of carbohydrate in plant extracts by anthrone**. The Biochemical Journal, London, v.57. p.505-514, 1954.